

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНЖЕНЕРНО – СТРОИТЕЛЬНЫЙ
институт
ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Г.В. Сакаш
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2016г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.00.06 «Водоснабжение и водоотведение»
код – наименование направления

Канализация поселка, расположенного в Емельяновском районе Красноярского
края
тема

Руководитель	_____	<u>доцент, канд.хим.наук</u>	<u>А. Ф. Колова</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>А.А. Балычева</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Консультант	_____		<u>Г.В. Сакаш</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____		<u>А.Ф. Колова</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2016

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа по теме «Канализация поселка, расположенного в Емельяновском районе Красноярского края» содержит 62 страниц текстового документа, 31 использованный источник.

Сточные воды, сырой осадок, активный ил, очистка сточных вод, норма водоотведения, глубина заложения, насосная станция, биологическая очистка, обезвоживание осадка.

Задачей выпускной квалификационной работы является разработка проекта системы водоотведения поселка, выбор системы и схемы канализования, расчет необходимой степени очистки сточных вод перед сбросом, выбор технологической схемы, обеспечивающей требуемое качество очистки, разработка генерального плана очистных сооружений и оценка воздействия сбрасываемых сточных вод на изменение качества воды в приемнике сточных вод.

Бакалаврская работа состоит из следующих разделов: исходные данные; технологическая часть; охрана окружающей среды.

В заключении представлены основные выводы о проделанной работе.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Исходные данные.....	7
1.1 Местоположение объекта строительства, климат, рельеф.....	7
1.2 Гидрологические условия.....	8
2 Технологическая часть.....	9
2.1 Канализационная	9
сеть.....	
2.1.1 Проектирование канализационной сети.....	9
2.1.2 Расчет канализационной насосной станции.....	12
2.1.3 Выбор оптимальных диаметров и материала труб.....	13
2.2 Количество сточных вод, поступающих на очистные сооружения.....	14
2.3 Концентрация загрязнений, поступающих на очистные сооружения.....	15
2.4 Смешение сточных вод с водой водоема.....	16
2.5 Необходимая степень очистки сточной воды перед сбросом в водоем...	17
2.6 Определение обобщенных гидрохимических показателей качества	
воды водного объекта по каждому ЛПВ.....	19
2.7 Технологическая схема очистки сточных вод и обработки осадка.....	21
2.8 Расчет сооружений по принятой технологической схеме.....	22
2.8.1 Резервуар-усреднитель.....	22
2.8.2 Решетки типа РС (решетки ступенчатые).....	23
2.8.3 Тангенциальная песколовка.....	25
2.8.4 Первичный вертикальный отстойник.....	27
2.8.5 Аэротенк-нитрификатор.....	29
2.8.6 Вторичные отстойники.....	36
2.8.7 Доочистка сточных вод.....	37
2.8.8 Расчет расхода реагентов.....	39
2.9. Расчет сооружений по обработке осадка.....	40
2.9.1 Барабанные сгустители.....	40
3 Мероприятия по охране окружающей среды.....	42
3.1 Введение.....	42
3.2 Характеристика проектируемого объекта.....	42
3.3 Характеристика приемника сточных вод и оценка качества источника в	
соответствии с санитарными требованиями.....	43
3.4 Расчет и обоснование требуемой глубины очистки.....	43
3.5 Технологическая схема обработки сточных вод.....	44
3.6 Описание технологического процесса водоочистки с точки зрения	
возможного антропогенного воздействия на природную среду.....	44
3.7 Оценка воздействия возвратных вод на качество воды в источнике.....	45
3.7.1 Расчет концентраций загрязнений в контрольном створе.....	45
3.8 Количество образующихся твердых отходов.....	46
3.9 Определение класса токсичности твердых отходов.....	47

3.10 Обезвреживание отходов.....	47
3.11 Использование осадков в качестве удобрений.....	47
3.12 Жидкие отходы.....	49
3.13 Обоснование размера земельных участков.....	49
3.14 После прокладки водоводов предусматривается рекультивация земель.....	49
3.15 Планировочные мероприятия.....	50
3.16 Перечень природоохранных мероприятий, направленных на снижение антропогенного воздействия проектируемой системы.....	50
Заключение.....	52
Список использованных источников.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	58

ВВЕДЕНИЕ

Каждый город и промышленное предприятие имеют комплекс подземных самотечных трубопроводов, очистных и других сооружений, с помощью

которых осуществляется отвод использованных и отработавших вод (сточных вод), очистка и обеззараживание их, а также обработка и обезвреживание образующихся при этом осадков с одновременной утилизацией ценных веществ. Такие комплексы называются системами водоотведения, или водоотведением.

Сточные воды образуются при использовании природной или водопроводной воды для бытовых целей и технологических процессов промышленных предприятий. К сточным водам относятся также атмосферные осадки – дождевые и талые воды, выпадающие на территориях городов, населенных мест и промышленных предприятий. Сточными водами являются также подземные воды, извлекаемые из шахт на поверхность земли при разработке рудных и нерудных полезных ископаемых. Сточные воды содержат в своем составе органические загрязнения, которые способны гнить и служить средой для развития различных микроорганизмов, в том числе и патогенных. Такие воды являются источником различных заболеваний и распространения эпидемий. Сточные воды могут содержать в своем составе и минеральные загрязнения, вредные и токсичные вещества. Все сточные воды способны нарушать санитарно-эпидемиологическое благополучие населения городов и промышленных предприятий. Они являются источником загрязнения окружающей природной среды (водоемов, почв, недр, и др.).

Системы водоотведения устраняют все негативные последствия от взаимодействия сточных вод на окружающую природную среду. После очистки сточные воды обычно сбрасываются в водоёмы. Наиболее совершенными системами водоотведения являются такие, которые обеспечивают очистку и подготовку воды такого качества, при котором возможен возврат воды для повторного использования в промышленности или сельском хозяйстве. Такие системы называются бессточными или замкнутыми.

Системы водоснабжения и водоотведения тесно связаны между собой. При отсутствии системы водоотведения ограничивается потребление воды, так как возникают затруднения с удалением сточных вод, кроме того, невозможно строительство зданий высотой более двух-трёх этажей. При отсутствии системы водоснабжения невозможно создать сплавную систему водоотведения. Только при большом потреблении воды, что возможно при наличии системы водоснабжения, образующиеся загрязнения разбавляются водой до такой степени, когда можно создать сплошные потоки воды в самотечных трубопроводах, способные обеспечить гидротранспорт этих загрязнений за пределы городов и промышленных предприятий. Современные системы водоснабжения и водоотведения можно создавать только при наличии внутренних (в зданиях) систем водоснабжения и водоотведения. При этом

жители, стремясь удовлетворить свои бытовые потребности, увеличивают потребление воды. Возрастающие отводимых расходов сточных вод позволяет нормально функционировать систем водоотведения.

Современные города с большой площадью застройки, плотностью и численностью населения, а также с застройкой многоэтажными и высотными зданиями могут существовать только при наличии современных систем водоснабжения и водоотведения. Потребление и отвод воды от каждого санитарного прибора, квартиры и здания без ограничения обеспечивают высокие санитарно-эпидемиологические и комфортные условия жизни людей. Только современные сплавные системы водоотведения позволили людям оборудовать свои квартиры не только раковинами для мойки посуды и умывальниками, но и ваннами с использованием горячей воды. С увеличением разнообразия и числа санитарных приборов в зданиях растёт количество потребляемой воды и отводимых сточных вод. Современные системы водоотведения справляются с отводом всего объёма сточных вод. При этом следует иметь в виду, что весь этот возрастающий объём сточных вод необходимо не только отводить за пределы городов, но и очищать, а это сопряжено с большими материальными и финансовыми затратами.

Развитие и рост промышленности привели к возрастанию объёмов производственных сточных вод и степени их загрязнения.

Все технологические проблемы совершенствования систем водоотведения решаются по мере их возникновения. Для водоотведения возрастающих расходов сточных вод с повышенной степенью их загрязнения требуется дополнительные материальные и финансовые затраты. Сегодня уже встал вопрос и о сокращении затрат на строительство и эксплуатацию систем водоотведения. Путь решения этой проблемы заключается в сокращении объёма как потребляемой водопроводной воды, так и отводимых сточных вод. Однако наиболее приемлемый путь сокращения этих затрат – совершенствование систем и схем водоотведения, а также методов и конструкций сооружений для очистки сточных вод, обеспечивающих интенсификацию работы водоотведения.

Глава 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1.1 Местоположение объекта строительства, климат, рельеф

Местоположение.

Территория поселка расположена в центральной части Емельяновского района Красноярского края.

Общая площадь в административных границах плана составляет 123966,9 га.

Население, проживающее на территории поселка, составляет 5082 чел.

Климат.

Территория муниципального образования относится к климатическому району I, подрайон IV (согласно СНиП 23-01-99 [1]).

Климат муниципального образования резко континентальный, формируется под воздействием воздушных масс, приходящих с запада, севера, юга. В зимний и летний периоды над районом устанавливается отрог Сибирского антициклона, который в зимнее время приносит холодные воздушные массы, тогда устанавливается холодная ясная погода с сильными морозами, а в летний период ясная, жаркая погода. Весной и осенью характер погоды неустойчив.

Континентальность района выражена большой годовой (38°C по средним месячным значениям) и суточной (12-14) амплитудой колебаний температуры воздуха. Средняя годовая температура воздуха положительная и составляет $0,5-0,6^{\circ}\text{C}$. Самый холодный месяц январь (минус 17°C). Абсолютный минимум минус 53°C . Самая холодная декада – третья декада января.

Самым жарким месяцем является июль – $18,4^{\circ}\text{C}$. Абсолютный максимум 36°C .

Наибольшие суточные колебания температуры воздуха наблюдаются в июне – июле ($8,3-8,1^{\circ}\text{C}$), наименьшие в ноябре ($2,2^{\circ}$) и декабре ($1,6^{\circ}$).

Переход температуры воздуха через 0°C осенью – в начале последней декады октября, весной – в первой декаде апреля. Продолжительность безморозного периода 118 дней, с температурой $+10^{\circ}\text{C}$ – 114 дней, средняя дата последнего заморозка – летом 22 июня, первого – осенью 20 сентября.

Снежный покров устанавливается не сразу. Обычно первый снежный покров лежит недолго и после первого потепления сходит. Устойчивый снежный покров отмечается в первой декаде ноября и сходит в первой декаде апреля. Высота снежного покрова в горах составляет 100-130 см, в лесостепных районах 20-40 см. Нормативная глубина сезонного промерзания составляет 2,5 м, вечной мерзлоты в данном районе нет.

По условиям влагообеспеченности район относится к зоне достаточного увлажнения.

Среднегодовое количество осадков составляет 400-600 мм.

Господствующими ветрами и в том числе вредоносными являются ветры юго-западного направления. Согласно природно-сельскохозяйственному районированию район входит в лесостепную зону Западно-Сибирской провинции.

Основные данные о населенном пункте.

Канализуемый населенный пункт представлен отдельно стоящими жилыми домами. Число жителей, проживающих в домах, принято 3 и количество приборов 4: ванна, кухонная мойка, умывальник, унитаз.

Все дома оснащены холодным водоснабжением, канализацией и горячим водоснабжением от централизованных сетей теплоснабжения.

В селе имеются различные общественные здания: дом культуры, кафе, школа, детский сад, больница. Число работающих в этих зданиях людей и количество приборов представлено в таблице 1.

Поселок достаточно озеленен, улицы и дороги частично асфальтированы.

1.2 Гидрологические условия

Река берет начало на северном склоне Бирюсинского кряжа на высоте 550 м. Общее падение реки 415 м. Длина реки – 119 км, площадь водосбора 1270 км², впадает в р. Енисей слева в пределах г. Красноярск. Долина реки на всем протяжении имеет ширину от 120-200 м, ширина реки от 0,6-7,0 м до 10-12 м, наибольшая до 25 м. Дно преимущественно песчано-гравийное.

Весенний подъем уровня начинается в апреле и достигает максимума в конце апреля, начале мая в период усиленного поступления в реку талой воды. Наивысший уровень над меженью в устьевой части реки составляет от 0,7 до 2,5 м. Устойчивая летняя межень наступает в июле-октябре. Ледяной покров образуется во второй декаде ноября, в малоснежные зимы река местами промерзает до дна и вода выходит на поверхность и образует наледи. Вода в реке, в верховьях пригодна для питья и промышленных целей.

Качество воды в реке представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Гидрохимические показатели качества воды в реке

Показатель	Концентрация, мг/л	Показатель	Концентрация, мг/л
------------	-----------------------	------------	-----------------------

Температура	10°C	Фтор	0,01
pH	7,5	ХПК	15,2
Растворенный кислород, % насыщения	10	<i>БПК_{полн}</i>	9,4
Магний	7,3	Фенол	0,05
Хлориды	3,1	Нефтепродукты	0,04
Взвешенные вещества	8	Азот аммонийный	0,18
Сульфаты	4,5	Азот нитритный	0,008
Минерализация	150	Азот нитратный	0,09
Фосфаты	0,13	Азот общий	0,28
Фосфор общий	0,62	Медь	0,004
Железо общее	0,43	Цинк	0,01

Гидрологическая характеристика реки:

Расход минимальный 95-процентной обеспеченности – 34 м³/сек.

Скорость движения воды в реке при минимальном расходе – 0,43 м/сек.

Глубина реки в месте выпуска сточных вод – 1,8 м.

Ширина реки – 30 м.

Коэффициент извилистости русла на расстоянии от места выпуска до расчетного створа – $\varphi = 1,05$.

Расстояние от места выпуска до расчетного створа по прямой – $L = 50$ м.

Глава 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Канализационная сеть

2.1.1 Проектирование канализационной сети

В проекте принята полная раздельная система канализации, выполнен проект сети для отвода хозяйственно-бытовых сточных вод. Сточные воды завода сгущенных продуктов и мясокомбината после локальной очистки сбрасываются непосредственно на поселковые очистные сооружения.

Трассировка сети выполнена с учетом рельефа местности по пониженной грани квартала.

Расчетный секундный расход сточных вод q_s , л/с на участках канализационной сети при общем секундном расчетном расходе $q^{tot} \leq 8$ л/с следует определять по формуле

$$q^s = q^{tot} + q_0^s, \quad (2.1)$$

В других случаях

$$q^s = q^{tot}$$

где q^{tot} – общий максимальный расчет воды, л/с;

q_0^s – расход стоков от санитарно технического прибора, л/с, принимаемый

согласно обязательному приложению 2 [2]

$$q^{tot} = 5 \cdot q_0^{tot} \cdot \alpha, \quad (2.2)$$

где q_0^{tot} – общий расход воды, л/с, санитарно техническим приборам

принимаемый согласно п.3,2(2)

α – коэффициент определяемый согласно рекомендуемому приложению 4

[2] в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P , вычисляемой по формуле

(2. 3)

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_0^{tot} \cdot N}$$

где P - вероятность действия санитарно-технических приборов;

$q_{hr,u}^{tot}$ - общая норма расхода воды, л, потребителем в час наибольшего

водопотребления;

U - число водопотребителей;

q_0^{tot} - общий расход воды, л/с, санитарно-техническим прибором;

N - число санитарно-технических приборов;

Секундный расход на участке вычисляется по формуле

(2. 4)

$$q^s = 5 q_0^{tot} \alpha_{hr} + q_0^s$$

где q^s - максимальный расчетный расход сточных вод, л/с;

α_{hr} - коэффициент, определяемый в зависимости от общего числа приборов N , обслуживаемых проектируемой системой, и вероятности их использования P_{hr} ;

q_0^s - расход стоков от санитарно-технического прибора, л/с;

Расчет расходов для отдельных участков сети и гидравлический расчет для участков сети производится по схеме, указанной на генплане поселка.

Расчетные расходы для отдельных участков сети представлены в приложении А.

По расчетным расходам подбираются диаметры и уклоны труб по таблицам для гидравлического расчета [3], при этом должны соблюдаться следующие условия:

- скорость движения сточных вод v должна быть не меньше 0,7 л/с.

- наполнение $H/d=0,3-0,5$, из условия транспортирующей способности жидкости.

При не возможности выполнить вышеперечисленные условия трубы прокладываются со стандартным уклоном.

Определение глубины заложения трубы в начальной точке ведется по формуле

$$H_{yn} = h + i \cdot l - (z_2 - z_1) + \Delta d \quad (2.5)$$

где h – минимальная глубина заложения трубопровода в начальном колодце, м;

l – длина участка, м;

z_1, z_2 – отметки поверхности земли в начале и в конце участка соответственно, м;

Δd – разница диаметров труб, м;

i – уклон сети.

Результаты гидравлического расчета представлены в приложении Б.

2.1.2 Расчет канализационной насосной станции

Главные канализационные насосные станции предназначены для подачи сточных вод от всей территории канализируемого объекта на очистные сооружения.

Напор насосов в канализационных насосных станциях определяем по формуле

$$H_{np} = H_z + h_g + h_n + 1 \quad (2.6)$$

где H_z - геометрическая высота подъема воды, равная разности отметок

максимального уровня воды в приемной камере очистных сооружений Z_{oc}

(верхнем коллекторе) и минимального уровня воды в приемном резервуаре Z_p ,

м. Ориентировочно принимают Z_{oc} на $1,5 \div 2$ м выше естественной отметки

площадки очистных сооружений, Z_p на $1,5 \div 2$ м ниже отметки лотка

подводящего самотечного коллектора, м.;

h_n - потери напора во всасывающих водоводах при расходах,

соответствующих максимальной подаче насосной станции, м.;

h_e - потери напора в напорных коммуникациях насосной станции и в

напорных водоводах при расходах, соответствующих максимальной подаче насосной станции, $h_n = 3$ м;

1 – запас напора на истечение воды из трубы, м.

$$H_z = Z_{oc} - Z_p = 90 - 82,88 = 7,12 \text{ м.} \quad (2.7)$$

Потери напора во всасывающих водоводах находим по формуле

$$h_n = l \cdot i \cdot 1,3 \quad (2.8)$$

где l - длина всасывающего водовода, м;

i - уклон на участке, м.

$$h_n = 600 \times 0,0079 \times 3 = 6,16 \text{ м.}$$

$$H_{np} = 7,12 + 3 + 6,16 + 1 = 17,3 \text{ м.}$$

Принимаем 2 рабочих насоса, с производительностью одного насоса 15,05 л/с и требуемым напором 17,3 м. Подбираем насосы производимые компанией GRUNDFOS S1 104 BM. Обеспечивает максимальный напор в 110 метров для воды температурой в пределах от 0 до 40 градусов Цельсия, при этом оптимальный расход воды равен 44 м3/ч., электропитание от сети переменного тока напряжением 220В, 50 Гц

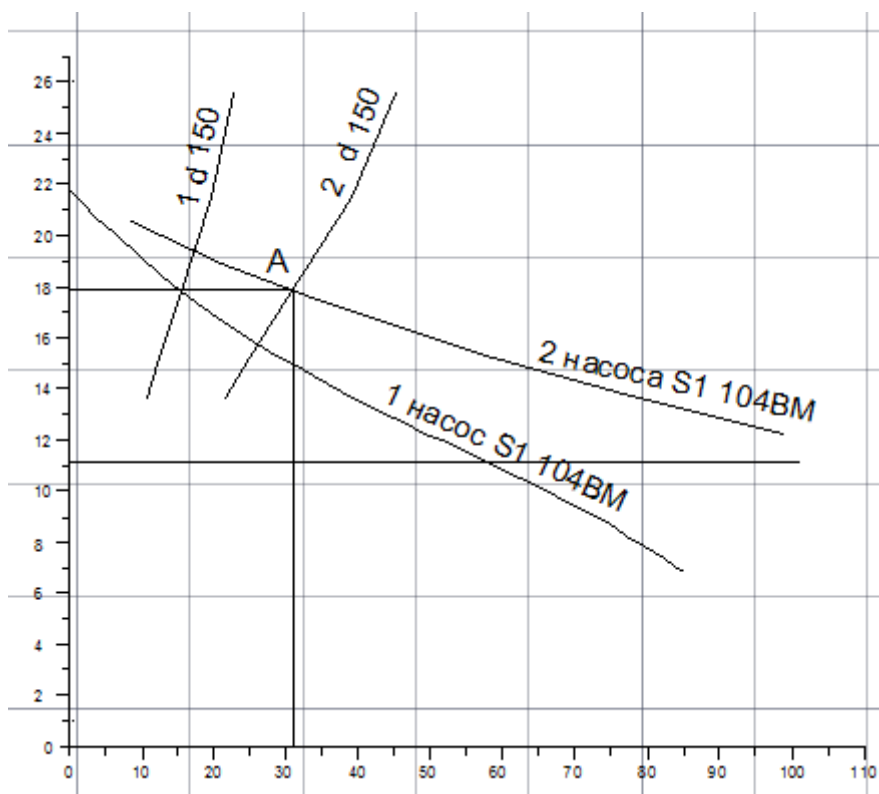


Рисунок 1 – Характеристика работы двух насосов в два напорных трубопровода d 150

2.1.3 Выбор оптимальных диаметров и материала труб

Материалы, которые используются для изготовления труб, должны удовлетворять строительным, технологическим и экономическим требованиям. Строительные требования заключаются в обеспечении прочности и долговечности конструкции и возможности индустриализации строительства;

технологические – в обеспечении водонепроницаемости и максимальной пропускной способности труб, а так же исключении их истирания и коррозии; экономические – в обеспечении минимальной стоимости материалов и расходовании минимального количества дефицитных материалов.

В работе принимаются безнапорные трубы, изготовленные по технологии трехслойного ПВХ со вспененным средним слоем «Хемкор». Трубы предназначены для хозяйственно-бытовой канализации, дренажа и водоотведения, ливневой канализации, отведения промышленных стоков, к которым материал трубопровода является химически стойким. Трубы, предназначенные для напорных систем, транспортирующих воду, в том числе для хозяйственно-питьевого водоснабжения, при температуре от 0 до 45 °С, а также другие жидкие и газообразные вещества, к которым трубы и резиновые уплотнительные кольца химически устойчивы.

Продукция «Хемкор» долговечна, ремонтпригодна, экономична. Производится по ТУ 2248-057-72311668-2007 «Трубы и патрубки из непластифицированного поливинилхлорида для канализации»; по ГОСТ Р 54475-2011 «Трубы полимерные со структурированной стенкой и фасонные части к ним для наружной канализации» как однослойные, выполненные из однородного сырья диаметрами от 110 до 200 мм, так и многослойные диаметром от 110 до 500 мм, выполненные по самой современной технологии трехслойного литья со стенкой, имеющей внутренний вспененный слой; по ТУ 2248-056-72311668-2007 «Трубы напорные из непластифицированного поливинилхлорида диаметрами 400 и 500 мм» из ПВХ серого цвета (оттенки не регламентируются) диаметром от 90 по 500 мм рабочим давлением МОР до 1,6 МПа (16 атмосфер).

Технология, применяемая при изготовлении многослойных труб, такова, что при сохранении всех необходимых прочностных и эксплуатационных характеристик, трубы необыкновенно легки и тем самым более удобны при монтаже. Класс жесткости труб: SN2, SN4, SN8.

2.2 Количество сточных вод, поступающих на очистные сооружения

(2.9)

$$Q_{\text{ср.сут}} \text{ в } \frac{\text{л}}{\text{с}} = \frac{n_{\text{ж}} \times N}{1000}, \quad \text{л}^3 / \text{с},$$

$$Q_{\text{ср.сут}} \text{ в } \frac{\text{л}}{\text{с}} = \frac{250 \times 5082}{1000} = 1270,5 \quad \text{л}^3 / \text{с}.$$

2.3 Концентрация загрязнений сточных вод, поступающих на очистные сооружения

Концентрация загрязнений сточных вод C , мг/л, определяется по формуле

$$C = \frac{a \times 100}{n_n}, \quad (2.10)$$

где a – количество загрязняющих веществ на одного жителя, г/сут;

n_n – норма водоотведения, л/(чел·сут).

Концентрация загрязнений по:

- взвешенным веществам

$$C = \frac{65 \times 1000}{250} = 260.$$

- БПК₅

$$C = \frac{60 \times 1000}{250} = 240.$$

- БПК_{полн}

$$C = \frac{72 \times 1000}{250} = 288.$$

- азоту общему

$$C = \frac{13 \times 1000}{250} = 52.$$

- азоту аммонийных солей

$$C = \frac{10,5 \times 1000}{250} = 42.$$

- фосфору общему

$$C = \frac{2,5 \times 1000}{250} = 10.$$

- фосфору фосфатов

$$C = \frac{1,5 \times 1000}{250} = 6.$$

- хлоридам

$$C = \frac{9 \times 1000}{250} = 36.$$

- по СПАВ

$$C = \frac{2,5 \times 1000}{250} = 10.$$

2.4 Смешение сточных вод с водой водоема

Коэффициент смешения в проточных водоемах находится по формуле

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q_p}{q} e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}, \quad (2.11)$$

где q – расход сточных вод, $q = 0,0147 \text{ м}^3/\text{с}$;

α – коэффициент условий смешения, определяемый по формуле

(2.12)

$$\alpha = \varphi \times \zeta \sqrt[3]{E/q},$$

где φ – коэффициент извилистости русла, $\varphi = 1,05$;

ζ – коэффициент типа выпуска, $\zeta = 1,5$;

E – коэффициент турбулентной диффузии, определяемый по формуле

(2.13)

$$E = \frac{V_p \times H_p}{200},$$

где V_p – скорость течения воды в месте выпуска сточных вод при

минимальном расходе, $V_p = 0,43 \text{ м/с}$;

H_p – глубина водоема в месте выпуска сточных вод, $H_p = 1,8 \text{ м}$.

По формуле (2.13) находится коэффициент турбулентной диффузии

$$E = \frac{0,43 \times 1,8}{200} = 0,038.$$

По формуле (2.12) находится коэффициент α

$$\alpha = 1,05 \times 1,5 \sqrt[3]{0,038/0,0147} = 1,01.$$

По формуле (13) находится γ

$$\gamma = \frac{1 - e^{-1,01 \sqrt[3]{500}}}{1 + \frac{34}{0,0147} \times e^{-1,01 \sqrt[3]{500}}} = 0,51.$$

Кратность разбавления сточных вод находится по формуле

(2.14)

$$n_0 = \frac{q + \gamma Q_p}{q},$$

$$n_0 = \frac{0,0147 + 0,51 \times 34}{0,0147} = 1180,6.$$

2.5 Необходимая степень очистки сточной воды перед сбросом в водоем

Необходимая степень очистки сточной воды определяется по балансу вещества

(2.15)

$$q \times C_{дон} + C_{\phi} Q_p \approx C_n (q + \gamma Q_p),$$

где Q_p – минимальный расход речной воды (95 % обеспеченности), $м^3/ч$;

q – расход сточных вод, $м^3/ч$;

$C_{дон}, C_{\phi}$ – концентрация лимитирующего вещества соответственно для нормативно-очищенной сточной воды и в реке выше места выпуска, $мг/дм^3$;

C_n – предельно допустимая концентрация в воде в зависимости от вида водопользования, $мг/дм^3$.

По взвешенным веществам допустимую концентрацию определяется по формуле

(2.16)

$$m = \Delta C \left(\frac{\gamma Q_p}{q} + 1 \right) + C_p,$$

где ΔC – допустимое по санитарным правилам увеличение содержания взвешенных веществ в водоеме после спуска сточных вод, принимается равным $0,25 \text{ мг/дм}^3$, для водоема первой категории;

C_p – содержание взвешенных веществ в воде водоема до спуска сточных вод, мг/дм³.

$$m = 0,25 \left(\frac{0,51 \times 34}{0,0147} + 1 \right) + 8 = 303,15 \quad / .$$

- по БПК

$$L_{cm}^{БПК} = \frac{\gamma \times Q_p}{q \times 10^{-K_c \times t}} (L_{ng} - L_p \times 10^{-K_p \times t}) + \frac{L_{ng}}{10^{-K_c \times t}}, \quad (2.17)$$

$$L_{cm}^{БПК} = \frac{0,51 \times 34}{0,0147 \times 10^{-K_c \times t}} (3 - 9,4 \times 10^{-K_p \times t}) + \frac{3}{10^{-K_c \times t}} = 7546,44 \quad / .$$

$L_{cm}^{БПК}$ принимается равным 3 мг/л.

где L_{ng} – предельно-допустимая концентрация загрязнений, мг/л:

L_p – БПК_{полн} речной воды, мгО₂/л:

K_c, K_p – константы скорости потребления кислорода загрязнениями, содержащимися в сточной и речной воде соответственно;

t – время протока воды от места выпуска до расчетного створа, сут.

$$t = \frac{L \times \phi}{v_p \times 86400}, \quad (2.18)$$

$$t_{sum} = \frac{500 \times 1,05}{0,43 \times 86400} = 0,014 \quad .$$

- по кислороду, растворенному в воде водоема

$$L_{cm}^{O_2} = \frac{2,5 \times Q_p}{q} (Q_p^{O_2} - 0,4 \times L_p - O) - \frac{O}{0,4}, \quad (2.19)$$

$$L_{cm}^{O_2} = \frac{2,5 \times 0,51 \times 4}{0,0147} (10 - 0,4 \times 0,4 - 6) - \frac{6}{0,4} = 22869 \quad / \quad .$$

где $Q_p^{O_2}$ – содержание растворенного кислорода в воде водоема, мг/л;

O – минимальное допустимое содержание кислорода в воде, мг/л.

- по температуре очищенных сточных вод

(2.20)

$$T_{cm} = \Delta T \left(\frac{\gamma \times Q_p}{q} + 1 \right) + T_p,$$

$$T_{cm} = 3 \left(\frac{0,51 \times 4}{0,0147} + 1 \right) + 10 = 3552^\circ C.$$

где ΔT – допустимое увеличение температуры, °С;

T_p – температура воды в реке, °С.

2.6 Определение обобщенных гидрохимических показателей качества воды водного объекта по каждому ЛПВ

Остальные загрязняющие вещества группируются по лимитирующему показателю вредности (ЛПВ). Расчет ведется по обобщенным гидрохимическим показателям качества воды водного объекта по каждому ЛПВ.

(2.21)

$$J_p^{ЛПВ} = \frac{\sum C_i}{ПДК_i},$$

где C_i – концентрация i -го вещества в воде водоема, г/м³;

$ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация i -го вещества, г/м³.

Необходимая степень очистки сточных вод определяется в соответствии с санитарными требованиями к условиям спуска их в водоемы. Если $J_p^{ЛПВ} < 1$, то

$$J_{св}^{ЛПВ} = n - (n-1) \times J_p^{ЛПВ}, \quad (2.22)$$

где n – кратность основного разбавления;

$J_{св}^{ЛПВ}$ – обобщенные гидрохимические характеристики допустимого состава

сточных лимитирующих показателей вредности по каждому ЛПВ.

Гидрохимические показатели водного объекта:

- по токсикологическому ЛПВ

$$J_p^m = \frac{0,43}{0,1} + \frac{0,18}{0,39} + \frac{0,008}{0,02} + \frac{0,01}{0,01} + \frac{0,004}{0,001} + \frac{0,01}{0,75} = 10,173.$$

- по санитарно-токсикологическому ЛПВ

$$J_p^{с-м} = \frac{7,3}{40} + \frac{3,1}{300} + \frac{8}{8,25} + \frac{4,5}{100} + \frac{0,09}{9,1} + \frac{0,13}{1,1} = 1,393.$$

- по рыбохозяйственному

$$J_p^{р-х} = \frac{0,05}{0,001} + \frac{0,04}{0,05} = 50,8.$$

Так как гидрохимические показатели качества речной воды по всем ЛПВ превышают 1, принимаются гидрохимические показатели допустимого состава сточных вод по этим ЛПВ равными 1.

$$J_{св}^m = 1$$

$$J_{св}^{с/м} = 1$$

$$J_{св}^{р/х} = 1$$

Расчет допустимого состава СВ определяется по формуле

$$C_i^{ЛПВ} = \frac{J_{СВ}^{ЛПВ}}{N_i} \times ПДК, \quad (2.23)$$

где N_i – количество загрязняющих веществ одинакового ЛПВ, содержащихся в сточной воде.

$$C_{NH_4} = \frac{1}{1} \times 0,39 = 0,39 \text{ мг / л},$$

$$C_{PO_2} = \frac{1}{3} \times 0,02 = 0,0067 \text{ мг / л},$$

$$C_{Cl} = \frac{1}{3} \times 300 = 99,9 \text{ мг / л},$$

$$C_{ПАВ} = \frac{1}{3} \times 0,5 = 1,67 \text{ мг / л}.$$

Результаты расчетов сводятся в таблицу 2.

Таблица 2 – Состав сточных вод

Показатель загрязнения	ПДК, г/м ³	ЛПВ	Состав сточных вод, г/м ³		
			Фактический	Допустимый	Принятый
Взвешенные вещества	8,25	-	260	303,15	4,5
БПК _{полн}	3,0	-	288	3	3
Температура	-	-	18	3552	18
NH ₄	0,39	Г	42	0,39	0,39
Фосфаты	0,2	с/г	6	0,0067	0,2
Хлориды	300	с/г	36	99,9	36
ПАВ	0,5	с/г	10	1,67	0,5

2.7 Технологическая схема очистки сточных вод и обработки осадка

В соответствии с расчетом необходимой степени очистки и учитывая высокие природоохранные требования, предъявляемые к качеству очищенных сточных вод, в данной работе принята технологическая схема, включающая механическую очистку сточных вод, глубокую биологическую очистку с нитрификацией азота аммонийных солей, доочистку фильтрованием и последующее обеззараживание сточных вод ультрафиолетовым облучением. Осадок, задержанный на решетках и песок, улавливаемый в песколовках, обезвоживаются в контейнерах для мусора и песка, и вывозится на полигоны ТБО. Осадок первичных отстойников и избыточный активный ил подаются в резервуар для сбора осадка и далее эрлифтами перекачиваются в барабанный сгуститель с мешковой сушилкой, после обезвоживания осадок отправляется на компостирования с последующим использованием на удобрение. В предлагаемой схеме очистки сточных вод используется готовое, прогрессивное промышленное оборудование.

Для обеспечения равномерного в течение суток поступления сточных вод на очистные сооружения проектом предусмотрено устройство регулирующего резервуара, объемом $V = 2 \times 270 \text{ м}^3$.

В комплекс проектируемых очистных сооружений входит:

- резервуар-усреднитель;
- блок механической очистки (решетки типа РС, тангенциальная песколовка, контейнер для мусора и песка, расходомер);
- блок биологической очистки (первичный вертикальный отстойник, аэротенк-нитрификатор секционный, вторичный вертикальный отстойник);
- блок тонкой очистки (емкость промывной воды, фильтр доочистки, накопительная емкость);
- установка ультрафиолетового обеззараживания, реагентное хозяйство, блок обезвоживания осадка (барабанный сгуститель с мешковой сушилкой, контейнер для осадка).

2.8 Расчет сооружений по принятой схеме

2.8.1 Резервуар-усреднитель

Для равномерной подачи стоков на очистку и усреднения концентрации сточных вод, предусматриваются резервуары-усреднители с насосной станцией.

Максимальный приток сточных вод за 10 часов составляет $687,34 \text{ м}^3$. Принимается два резервуара, объем одного резервуара 350 м^3 . Высота резервуара $h = 7 \text{ м}$.

Диаметр одного резервуара определяется по формуле

(2.24)

$$d = \sqrt{\frac{V_{\text{рез}} \times 4}{\pi \times h}},$$

$$d \approx \sqrt{\frac{350 \times 4}{3,14 \times 7}} \approx 8,0 \text{ м}.$$

Принимается усреднитель, состоящий из двух резервуаров диаметром $d = 8,0$ м, высотой $h = 7$ м и насосной станции.

Принимается 1 рабочий и 1 резервный насосы, с производительностью одного насоса 12,8 л/с и требуемым напором 12 м. Подбираются насосы производимые компанией GRUNDFOS. Модель SV 074 B в сухой установке.

2.8.2 Решетки типа РС (решетки ступенчатые)

Ступенчатые решетки тонкой механической очистки типа РС предназначены для первичной подготовки сточных вод перед подачей на очистные сооружения. С их помощью из потока извлекаются крупные включения и различные волокнистые отходы, что позволяет производить дальнейшую водоочистку более эффективно и приводит к уменьшению затрат на ремонт оборудования, установленного за РС в технологической линии дальнейшей очистки сточных вод.

Устройство ступенчатой решётки относительно просто и надёжно. Она представляет собой набор из ступенчатых пластин, собранных в пакет с фиксированным прозором. Прозоры фиксируются на ширину от 2 до 16 мм с помощью специальных накладок в зависимости от назначения решёток.

Пластины собраны в два пакета: неподвижный, жестко закрепленный на раме, и подвижный, закрепленный на боковых щитах и приводимый в движение кривошипно-шатунным механизмом, размещенным в верхней части конструкции вне доступа очищаемого субстрата. Плоскопараллельные движения подвижной части обеспечивают не только пропуск воды и задержание отходов, но и постепенное удаление их путем продвижения по ступеням неподвижной части при каждом новом витке. Так, шаг за шагом, отбросы поступают на верхнюю часть агрегата и оттуда на транспортер.

Расчетный расход определяется как средний за 10 часов за период максимального притока

$$Q_{расч.} = \frac{61,92 + 86,576 + 94,981 + 92,641 + 68,284^2 + 64,881 + 73,371 + 74,43}{10} =$$

$$= 68,73 \text{ м}^3 / \text{ч} = 19,1 \text{ л} / \text{с}.$$

Требуемое количество прозоров всех решеток определяется по формуле

$$n_{np} = \frac{Q_{расч.}}{B \times H_{max}} \times K, \quad (2.25)$$

где B – ширина прозоров, $B = 2,1 \text{ мм}$;

$K = 1,05 \text{ мм}$;

H_{max} – глубина воды перед решетками, $H_{max} = 0,6 \text{ м}$.

$$n_{np} = \frac{19,1}{2,1 \times 0,6} \times 1,05 = 16$$

Общая ширина всех решеток определяется по формуле

$$B_p = S(n_{np} - 1) + B \times n_{np}, \quad (2.26)$$

где S – толщина фильтрующей пластины, $S = 2 \text{ мм}$.

$$B_p = 2(16 - 1) + 2,1 \times 16 = 63,6 \text{ мм}.$$

Принимается 1 рабочие и 1 резервные решетки типа РС-240LM, с параметрами, приведенными в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика ступенчатой решетки РС-240LM

Марка	РС-240LM
Ширина решетки	257 мм
Ширина фильтрующей части	140 мм
Общая высота	1700 мм
Длина	1650 мм
Высота выгрузки осадка	1240 мм

Максимальная глубина канала	800 мм
Ширина прозоров	2,1 мм
Толщина фильтрующих пластин	2 мм
Номинальная производительность по сточной воде	115 м ³ /ч
Номинальный уровень жидкости перед решеткой	600 мм
Мощность электродвигателя	0,25 кВт

Количество задержанных отбросов определяется по формуле

$$V_{\text{сут}} = \frac{N \times \alpha}{10^3}, \quad (2.27)$$

где N – количество жителей;

α – объем отбросов л/(чел·сут) (Б.Г.Мишуков технология удаления азота и фосфора в процессах очистки сточных вод).

$$V_{\text{сут}} = \frac{5082 \times 0,025}{10^3} = 0,127 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

Часовой расход задерживаемых отбросов определяется по формуле

$$V_{\text{ч}} = \frac{V_{\text{сут}}}{24} \times K_n, \quad (2.28)$$

где K_n – коэффициент часовой неравномерности поступления отбросов, равный 2.

$$V_{\text{ч}} = \frac{0,127}{24} \times 2 = 0,01 \text{ м}^3 / \text{ч.}$$

Количество задержанных отбросов по весу

$$P_{\text{сх}} = V_{\text{сут}} \times \rho_{\text{отб}}, \quad (2.29)$$

где $\rho_{\text{отб}}$ – удельный вес отбросов, равный 0,75 т/м³.

$$P_{\text{отб}} = 0,127 \times 0,75 = 0,095 \quad / \quad .$$

Часовой расход задерживаемых отбросов по сухому веществу

$$P_{\text{ч}} = V_{\text{ч}} \times \rho_{\text{отб}}, \quad (2.30)$$

$$P_{\text{ч}} = 0,01 \times 0,75 = 0,0075 \quad / \quad .$$

Отбросы собираются в контейнер и вывозятся в места, согласованные с СЭС (полигоны ТБО).

2.8.3 Тангенциальная песколовка

Принимается 2 рабочих песколовки, а нагрузку на 1 м² площади $q_0 = 110$ м²/м² в час.

Площадь тангенциальной песколовки

$$F = \frac{Q_{\text{расч}}}{q_0}, \quad (2.31)$$

где $Q_{\text{расч}}$ – расчетный расход сточных вод, м³/час;

q_0 – нагрузка на 1 м² площади, $q_0 = 110$ м²/м² в час.

$$F = \frac{68,73}{110} = 0,62 \quad .$$

Диаметр отделения находится по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi}}, \quad (2.32)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0,62}{\pi}} \approx 0,62 \quad .$$

Глубина песколовки принимается равной половине диаметра, т.е. $h_1 = 0,31$ м. Для накопления осадка служит конусное основание песколовки.

Высота конусного основания находится по формуле

$$h_2 = \sqrt{D_2^2 - h_1^2}, \quad (2.33)$$

$$h_2 = \sqrt{0,62^2 - 0,31^2} = 0,54 \text{ м.}$$

Объем конусной части

$$V_{\text{кон}} = \frac{\pi \times D^2 \times h^2}{3 \times 4}, \quad (2.34)$$

$$V_{\text{кон}} = \frac{4,14 \times 0,62^2 \times 0,54^2}{3 \times 4} = 0,05 \text{ м}^3.$$

Объем улавливаемого осадка

$$V = \frac{N \times 0,02}{1000}, \quad (2.35)$$

$$V_{\text{м-сут}} = \frac{5082 \times 0,02}{1000} = 0,1 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

Заполнение конусной части песколовки осадком будет происходить за период

$$t = \frac{V_{\text{кон}}}{V}, \quad (2.36)$$

$$t_{\text{осадок}} = \frac{0,05}{0,1} \approx 0,5 \quad .$$

Осадок выгружается эрлифтом 2 раза в сутки.

2.8.4 Первичный вертикальный отстойник

Содержание взвешенных веществ в исходной сточной воде 260 мг/л.

Принимается эффект осветления 40 %.

Расчетная гидравлическая крупность

$$u_0 = \frac{1000 \times K_{\text{set}} \times H_{\text{set}}}{t_{\text{set}} \times \left(\frac{k_{\text{set}} \times H_{\text{set}}}{h_l} \right)^n}, \quad (2.37)$$

где h_l – расчетная высота зоны осаждения, $h_l = 0,5$ м;

H_{set} – глубина проточной части отстойника, для вертикальных отстойников

$H_{\text{set}} = 2,7$ м;

K_{set} – коэффициент использования объема проточной части отстойника, для вертикальных отстойников $K_{\text{set}} = 0,35$;

t_{set} – время отстаивания, по [4] принимается $t_{\text{set}} = 530$ сук;

n – показатель степени, зависящий от агломерации взвеси в процессе осаждения, согласно [3, черт. 2] принимается равным 0,26.

$$u_0 = \frac{1000 \times 0,35 \times 2,7}{530 \times \left(\frac{0,35 \times 2,7}{0,5} \right)^{0,26}} = 1,51 \quad / \quad .$$

Площадь отстойной зоны

$$F_{\text{отст}} = \frac{Q_{\text{расч}}}{N \times K_{\text{set}} \times u_0}, \quad (2.38)$$

где N – количество отстойников, $N = 4$ шт.

$$F_{M_{ст}} = \frac{0,0147}{4 \times 0,35 \times 0,00151} = 6,95 \text{ м}^2.$$

Площадь центральной трубы отстойника

$$F_{ц.тр.} = \frac{Q_{расч}}{N \times v_{ц.тр.}}, \quad (2.39)$$

где $v_{ц.тр.}$ – скорость движения жидкости в центральной трубе, принимается $v_{ц.тр.} = 0,03$ м/с.

$$F_{ц.тр.} = \frac{0,0147}{4 \times 0,03} = 0,12 \text{ м}^2.$$

Площадь одной секции отстойника

$$F_{секц} = F_{отст.} + F_{ц.тр.}, \quad (2.40)$$

$$F_{секц} = 6,92 + 0,12 = 7,04 \text{ м}^2.$$

Сторона вертикального отстойника, квадратного в плане

$$a = \sqrt{F_{секц}}, \quad (2.41)$$

$$a = \sqrt{7,04} \approx 2,7 \text{ м.}$$

Принимается 4 вертикальных отстойника квадратных в плане со стороной 2,7 м и глубиной 2,7 м.

Количество осадка первичных отстойников определяется:

- по сухому веществу

$$P_{oc} = \frac{C_{cm} \times \mathcal{E} \times Q_{sum}}{10^8},$$

(2.42)

где \mathcal{E} – эффект осветления, 40 %.

$$P_{oc} = \frac{260 \times 40 \times 270,5}{10^8} = 0,13 \text{ м / сут.}$$

- по объему

(2.42)

$$V_{cop} = \frac{P_{oc} \times 100}{(100 - W) \times \rho},$$

где $W = 93,5 - 95$ % – влажность воздуха;

ρ – плотность осадка.

$$V_{M, cop} = \frac{0,13 \times 100}{(100 - 95) \times 1,03} = 2,5 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

2.8.5 Аэротенк-нитрификатор

Аэротенк-нитрификатор рассчитывается по методике, приведенной в [5].

Характер органических загрязнений аналогичен городским сточным водам. Значение констант при окислении органических веществ и обеспечения глубокой нитрификации: $\rho_0 = 70$ мг БПК/г·ч; $\varphi = 0,14$ л/ч; $K_I = 65$ мг/л; $K_0 = 0,625$ мг/л.

Удельная скорость роста нитрификаторов

(2.43)

$$\mu_n = \frac{K_{pH} \times K_{Toc} \times K_c \times K_{max} \times N}{K_{II} + N},$$

где K_{pH} – коэффициент, учитывающий влияние pH, $K_{pH} = 0,87$;

K_T – коэффициент, учитывающий влияние температуры жидкости, $K_T = 1$;

$\mu_{max} = 1,77 \text{ сут}^{-1}$;

N – концентрация аммонийного азота в очищенной жидкости, $N = 0,39 \text{ мг/л}$;

K_{II} – константа полунасыщения, $K_{II} = 21 \text{ мг/л}$;

K_c – коэффициент, учитывающий влияние токсических компонентов, $K_c = 1$;

K_{oc} – коэффициент, учитывающий влияние концентрации растворенного кислорода, K_{oc} определяется по формуле:

(2.44)

$$K_{oc} = \frac{C_0}{K_0 + C_0},$$

где C_0 – концентрация растворенного кислорода в иловой смеси, $C_0 = 2 \text{ мг/л}$;

K_0 – константа полунасыщения, $K_0 = 0,39 \text{ мг O}_2/\text{л}$.

$$K_{oc} = \frac{2}{0,39 + 2} = 0,84.$$

По формуле (42) находится удельная емкость роста нитрификаторов

$$\mu_n = \frac{0,87 \times 0,84 \times 1,77 \times 1}{21 + 1} = 0,058 \text{ сут}^{-1}.$$

Минимальный возраст нитрифицирующего ила

(2.45)

$$Q = \frac{1}{\mu_n},$$

$$Q_{сут} = \frac{1}{0,058} = 17,24.$$

Удельная скорость окисления органических веществ

$$p = K_э + \frac{0,0147 \times K_p}{\theta}, \quad (2.46)$$

где $K_э$ – энергетический физиологический коэффициент, $K_э = 3,7$ мг БПК_{полн}/ (г·ч);

K_p – физиологический коэффициент роста микроорганизмов активного ила, $K_p = 864$ мг БПК_{полн}/г.

$$p = 3,7 + \frac{0,0147 \times 864}{17,24} = 2,1 \text{ мг} / (\text{г} \cdot \text{ч}).$$

Зная, p , можно найти концентрацию беззольной части активного ила

$$p = \rho_0 \times \frac{L_{ex} \times C_0}{L_{ex} \times C_0 + K_1 \times K_0 \times L_{ex}} \times \frac{1}{0,14 \times \alpha_i}, \quad (2.47)$$

$$2,1 = 70 \times \frac{8 \times 2}{8 \times 2 + 65 \times 0,625 \times 8} \times \frac{1}{0,14 \times \alpha_i},$$

$$\alpha_i = 5,14 \text{ г} / \text{л}.$$

Продолжительность пребывания сточных вод в аэротенке с нитрификацией аммонийного азота находится по формуле

$$t_{atm} = \frac{L_{en} - L_{ex}}{\alpha_i \times p}, \quad (2.48)$$

где L_{en} – БПК сточных вод.

$$L_{en} = 288 - 260(1 - 0,3) \times (1 - 0,4) = 178,8,$$

где 288 – БПК_{полн} в исходной воде;

260 – содержание взвешенных веществ в исходной воде;

$0,3$ – зольность осадка первичных отстойников;

$0,4$ – коэффициент учитывающий эффективность осветления;

L_{ex} – БПК в очищенной воде.

$$t_{adm} = \frac{178,8 - 8}{5,14 \times 4,96} = 6,7 \text{ .}$$

Концентрация нитрифицирующего ила в иловой смеси при возрасте ила $\Theta = 17,24$ суток находится по формуле

$$\alpha_{in} = 1,2 \times \alpha_{ig} \times \frac{\Delta C_n}{t_{adm}}, \quad (2.49)$$

где α_{ig} – концентрация микроорганизмов, $\alpha_{ig} = 0,051$ г/л;

ΔC_n – количество окисленного аммонийного азота.

$$\alpha_{in} = 1,2 \times 0,051 \times \frac{42 - 0,39}{6,7} = 0,38 \text{ г / л.}$$

Общая концентрация беззольного ила в иловой смеси аэротенков составляет

$$\alpha_i + \alpha_{in} = 5,14 + 0,38 = 5,52 \text{ г / л.} \quad (2.50)$$

с учетом 30 % зольности доза ила по сухому веществу составляет

$$\alpha = \frac{5,52}{0,7} = 7,89 \text{ г / л.} \quad (2.51)$$

Удельный прирост активного ила

(2.52)

$$K_g = \frac{41,7 \times \alpha \times \theta_{atm}}{(L_{en} - L_{ex}) \times \theta},$$

$$K_{g\text{полн}} = \frac{41,7 \times 7,89 \times 6,7}{(178,8 - 8) \times 7,24} = 0,75 \quad / (\quad).$$

Суточное количество избыточного ила

(2.53)

$$G = \frac{K_g \times (L_{en} - L_{ex}) \times Q}{1000},$$

$$G_{\text{кэ-сум}} = \frac{0,75 \times (178,8 - 8) \times 1270,5}{1000} = 163 \quad / \quad = 0,163 \quad / \quad .$$

Расход избыточного ила по объему

(2.54)

$$V_{изб} = \frac{G \times 100}{(100 - W) \times \rho},$$

$$V_{изб} = \frac{0,163 \times 100}{(100 - 99,5) \times 1,01} = 32,28 \quad ^3 / \quad .$$

Объем аэротенков-нитрификаторов находится по формуле

(2.55)

$$W = \frac{Q \times \theta_{atm}}{24},$$

$$W_{\text{н}} = \frac{1270,5 \times 6,7}{24} = 354,7 \quad ^3 .$$

Длина аэротенка-нитрификатора

$$L = \frac{W}{n_{сек} \times h_{аэр} \times b}, \quad (2.56)$$

$$L = \frac{354,7}{4 \times 2,7 \times 8} \approx 10,9, \text{ принимаем } 12 \text{ м}$$

где $n_{сек}$ – количество секций аэротенков, $n_{сек} = 4$;

$h_{аэр}$ – глубина аэротенков;

b – ширина аэротенков.

Принимается четыре секции аэротенка, работающего по продленной аэрации с нитрификацией аммонийного азота.

Расход подаваемого воздуха

$$q_{air} = \frac{q_0 \times (l_a - l_t) + q_0 \times (C_{nen} - C_{нехвозд})}{K_1 \times K_2 \times K_T \times K_3 \times (C_a - C_0)}, \quad (2.57)$$

где q_0 – удельный расход кислорода воздуха, мг на 1 мг снятой БПК_{полн}, принимаемый при очистке до БПК_{полн} 15-20 мг/л – 1,1;

$q_{возд}$ – удельный расход воздуха на окисление азота, $q_{возд} = 4,6$ мг/л;

K_1 – коэффициент, учитывающий тип аэратора и принятый для мелкопузырчатой аэрации в зависимости от соотношения площадей аэрируемой зоны и аэротенка $f_{аз}/f_{ат}$, $K_1 = 1,68$;

K_2 – коэффициент, зависящий от глубины погружения аэраторов h_a и $K_2 = 1,92$;

K_3 – коэффициент качества воды, принимаемый для городских сточных вод $K_3 = 0,85$;

C_0 – средняя концентрация кислорода в аэротенке, равная 2 мг/л;

K_T – коэффициент, учитывающий температуру сточных вод, который определяется по формуле

$$K_T = 1 + 0,02 \times (T_w - 20), \quad (2.58)$$

где T_w – среднемесячная температура воды за летний период, $T_w = 19^\circ\text{C}$.

$$K_T = 1 + 0,02 \times (19 - 20) = 0,98$$

C_a – растворимость кислорода воздуха в воде, которая находится по формуле

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6} \right) \times C_T, \quad (2.59)$$

где C_T – растворимость кислорода в воде в зависимости от температуры и атмосферного давления, принимаемая по справочным данным;

h_a – глубина погружения аэратора, м.

$$C_a = \left(1 + \frac{2,7}{20,6} \right) \times 9,2 = 10,4 \text{ мг / л.}$$

По формуле (56) находим $q_{aэp}$

$$q_{aэp} = \frac{1,1 \times (178,8 - 8) + 1,1 \times (4,2 - 0,39) \times 6}{1,68 \times 920,980,85 (10,4 - 2)} = 17,65 \text{ }^3 / ^3.$$

Общий расход воздуха

$$Q_B = q_{aэp} \times Q_{расч}, \quad (2.60)$$

$$Q_B = 17,65 \times 68,73 = 213,1 \text{ }^3 / .$$

Требуемый напор воздухоподувки

$$H_{mp} = h_l + h_m + h_{aэp} + H_{aэp}, \quad (2.61)$$

где h_l – потери напора по длине воздуховода;

h_m – потери напора в местных сопротивлениях;

$h_{aэр}$ – сопротивление аэраторов, принимаем по паспортным данным $h_{aэр} = 0,3$ м.

$$H_{np} = 0,3 + 0,3 + 2,7 = 3,3 \text{ м.}$$

Принимается аэрационная система на базе дисковых аэраторов с резиновой перфорированной мембраной АР-300 М со следующими основными параметрами, представленными в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика аэраторов с резиновой перфорированной мембраной АР-300 М

Наименование параметра	Величина
1	2
Диаметр аэратора, мм	100
Диаметр воздуховода, мм	90-110
Стандартная эффективность переноса кислорода при глубине погружения 4 м, %	22-27
Минимальное расстояние от дна аэротенка, мм	150
Рабочий расход воздуха на аэратор, м ³ /ч·м	3-7
Потери напора, кПа	1,5-3
Длина аэрационных модулей, м	До 60
Количество рядов в аэрационной группе	1-20
Расстояние между рядами, мм	400-2500
Расстояние между аэраторами, мм	397-1500

Требуемое количество аэраторов находится по формуле

$$N_{aэр} = \frac{Q_B}{q_B}, \quad (2.62)$$

где q_B – рабочий расход воздуха на аэратор, $q_B = 5$ м³/ч·м.

$$N_{aэр} = \frac{1213,1}{5} \approx 243.$$

Количество аэраторов в одной секции

$$N_{\text{аэп 1 сек}} = \frac{N_{\text{аэп}}}{n_{\text{сек}}}, \quad (2.63)$$

$$N_{\text{аэп 1 сек}} = \frac{243}{4} \approx 61.$$

Принимается 3 ряда по 21 аэратору в каждом ряду.

2.8.6 Вторичные отстойники

Вторичные отстойники после аэротенков рассчитываются по гидравлической нагрузке q_{ssa}

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \times K_{ss} \times H_{set}^{0,8}}{(0,1 \times J_i \times a_i)^{0,5-0,01a_i}}, \quad (2.64)$$

где $K_{ss} = 0,35$ – коэффициент использования объема зоны отстаивания;

a_i – концентрация активного ила в аэротенке, г/л;

J_i – иловый индекс, см³/г;

a_t – концентрация ила в осветленной воде, следует принимать не менее 10 мг/л.

Величина илового индекса принимается по [3, табл. 41], в зависимости от нагрузки на ил q_i , мг/(г·сут)

$$q_i = \frac{24 \times (l_{en} - l_{ex})}{a_i \times (1 - s) \times t_{at}}, \quad (2.65)$$

где l_{en} – БПК_{полн} поступающей в аэротенк сточной воды (с учетом снижения БПК при первичном отстаивании), мг/л;

l_{ex} – БПК_{полн} очищенной воды, мг/л;

a_i – доза ила, г/л, определяемая технико-экономическим расчетом с учетом работы вторичных отстойников;

s – зольность ила;

t_{at} – период аэрации, ч.

$$q_{\text{мг}} = \frac{24 \times (178,8 - 8)}{5,14 \times (1 - 0,3) \times 6,7} = 170 \quad / (\times).$$

Иловый индекс принимается равным 109 см³/г.

$$q_{\text{сса}} = \frac{4,5 \times 0,35 \times 2,7^{0,8}}{(0,1 \times 109 \times 8,14)^{0,5 - 0,01 \times 5}} = 0,85 \quad ^3 / (\quad ^2 \times).$$

Площадь одного отстойника

$$F_{\text{отст.}} = \frac{Q_{\text{расч}}}{q_{\text{сса}} \times N}, \quad (2.66)$$

где N – количество отстойников, $N = 4$ шт.

$$F_{\text{отст.}} = \frac{68,73}{0,85 \times 4} = 20,2 \quad ^2.$$

Сторона отстойника, квадратного в плане

$$a = \sqrt{F_{\text{отст.}}}, \quad (2.67)$$

$$a \approx \sqrt{20,2} \approx 4,5 \quad .$$

Принимается 4 квадратных в плане отстойника со стороной 4,5 м и глубиной 2,7 м.

2.8.7 Доочистка сточных вод

Доочистка сточных вод принимается на фильтрах с зернистой загрузкой из кварцевого песка.

Принимается два рабочих фильтра.

Площадь напорного фильтра находится по формуле

(2.68)

$$F = \frac{Q_{\text{сут}}}{T \times n_{\text{р.н.}} \times 3,6 \times (\omega_1 t_1 + \omega_2 t_2 + \omega_3 t_3) \times n \times t_4 \times v_{\text{р.н.}}}$$

где $Q_{\text{сут}}$ – производительность фильтра (полезная), м³/сут.;

T – продолжительность работы станции в течении суток, ч;

$n_{\text{р.н.}}$ – расчетная скорость фильтрования, м/ч;

n – число промывок фильтра за сутки;

ω_1 и t_1 – интенсивность, л/сек·м² и продолжительность в часах первоначального взрыхления фильтрующей загрузки, ч, соответственно;

ω_2 и t_2 – интенсивность подачи воды, л/сек·м² и продолжительность в часах водовоздушной промывки, ч, соответственно;

ω_3 и t_3 – интенсивность, л/сек·м² и продолжительность отмывки, ч, соответственно;

t_4 – продолжительность простоя фильтра из-за промывки, ч.

При заданной полезной производительности установки с напорными фильтрами $Q_{\text{сут}} = 1270,5$ м³/сут.

$$F = \frac{1270,3}{24 \times 3,6 \times (8 \times 0,017 + 4 \times 0,083 + 8 \times 0,034) \times 2 \times 0,33 \times 6} = 9,4 \text{ м}^2.$$

Площадь одного фильтра находится по формуле

(2.69)

$$f = \frac{F}{N},$$

$$f = \frac{9,4}{2} = 4,7 \text{ м}^2.$$

Диаметр вертикального напорного фильтра

(2.70)

$$D = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi}},$$

$$D \sqrt{\frac{4 \times 4,7}{3,14}} = 2,5 \quad .$$

Принимается фильтр диаметром 3 м, тогда площадь одного фильтра

$$F = \frac{\pi \times D^2}{4}, \quad (2.71)$$

$$F \approx \frac{3,14 \times 3^2}{4} = 7,1 \quad .$$

Общий расход воды на промывку на один фильтр

$$q_{np} = F \times \omega, \quad (2.72)$$

где $\omega = 8 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$ – интенсивность промывки.

$$q_{np} \approx 7,1 \times 8 = 56,8 \text{ л/сек} = 0,0568 \text{ м}^3 / \text{сек} \quad .$$

Диаметр напорного коллектора распределительной системы напорного фильтра при скорости входа в него промывной воды $v_{кол} = 1,1 \text{ м/сек}$ будет $d_{кол} = 250 \text{ мм}$.

Режим промывки напорных фильтров следующий: взрыхление загрузки (с интенсивность $6-8 \text{ л/сек} \cdot \text{м}^2$) 1 минута; водовоздушная промывка ($3-4 \text{ л/сек} \cdot \text{м}^2$ воды на $20-25 \text{ л/сек} \cdot \text{м}^2$ воздуха) 5 минут, отмывка водой ($6-8 \text{ л/сек} \cdot \text{м}^2$) 2 минуты.

Отвод промывной воды с напорного фильтра производится при помощи водосборной воронки; диаметр воронки должен быть

$$d_B = (0,2 \pm 0,25) D, \quad (2.73)$$

где D – диаметр фильтра.

Принимается $d_B = 600 \text{ мм}$.

2.8.8 Расчет расхода реагентов

Для удаления фосфатов в сточной воде принимается оксихлорид алюминия. Содержание фосфатов в сточной воде, поступающей на фильтры, при условии что при биологической очистке усваивается 50 % фосфатов

$$C_{P_2O_5} = 6 \times 0,5 = 3 \text{ мг / л.}$$

Содержание фосфатов на выходе должно быть 0,03 мг/л. В сутки необходимо удалить:

$$G_{\text{кв. P}} = \frac{(3 - 0,2) \times 270,5}{1000} = 3,56 \text{ / сут.}$$

Доза железа (в соответствии с пунктом 9.2.5.7 [36]) равна 5,4 кг ^{Fe}/сут.

Расход Fe

$$Q_{\text{кв. Fe}} = 3,56 \times 5,4 = 19,22 \text{ Al / сут.}$$

В пересчете на $Fe_2(SO_4)_3$ $FeSO_4$ расход реагента составляет

$$Q_{\text{кв. Fe}_2(SO_4)_3} = \frac{(56 \times 2 + (32 + 16 \times 4) \times 3) \times 19,22}{112} = 68,64 \text{ Fe}_2(SO_4)_3 \text{ / сут.}$$

2.9 Расчет сооружений по обработке осадка

2.9.1 Барабанный сгуститель осадка

Осадок первичных отстойников и избыточный активный ил подаются в резервуар для сбора осадка и далее эрлифтами перекачиваются в барабанный сгуститель с мешковой сушилкой, в который подается флокулянт, благодаря чему изменяется структура осадка и его водоотдающие свойства.

В барабанном сгустителе происходит предварительное отделение воды от осадка. Окончательное обезвоживание происходит в упаковочных мешках, которые размещаются в контейнерах с ложным дном.

Преимущества этой технологии перед другими методами обезвоживания:

- низкое энергопотребление, компактность, надежность в эксплуатации, простота в обслуживании, высокая эффективность в работе;

- мешковая сушилка оборудована автоматическим устройством управления;

- поверхность барабанного уплотнителя мешковой сушилки самоочищающаяся, очистка проводится автоматически, по мере необходимости;

- закрытая конструкция мешковой сушилки полностью соответствует санитарным нормам и правилам по ее эксплуатации.

Основные рабочие характеристики:

- в барабанном сгустителе шлам сгущается до 8...12 % сухого вещества, в мешках до 20...25 % сухого вещества;

- производительность: 20 кг/ч по сухому веществу или 2 м³/ч если содержание сухого вещества в суспензии 1 %;

- емкость мешков: 100 литров (после уплотнения – 12,5 кг сухого вещества на мешок).

Масса сухого вещества находится по формуле

$$M_{с.в.} = P_{ос} + P_{изб.ила} \quad (2.74)$$

$$M_{с.в.} = 0,13 + 0,163 = 0,293 \text{ т / сут.}$$

Объем смеси осадка и избыточного ила находится по формуле

$$V_{см} = V_{ос} + V_{изб.ила} \quad (2.75)$$

$$V_{см} = 2,51 + 32,82 = 34,78 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

Влажность смеси осадка и избыточного ила, поступающего в узел обработки осадка

$$W_{см} = 100 \left(1 - \frac{M_{с.в.}}{V_{см}} \right) \quad (2.76)$$

$$W_{см} = 100 \left(1 - \frac{0,293}{34,78} \right) = 99,16 \text{ \%}.$$

После сгустителя содержание сухого вещества повышается до 3 %, тогда объем сгущенного осадка составит

$$V_{см} = \frac{M_{сух} \times 100}{(100 - W_{сух}) \times \rho}, \quad (2.77)$$

После мешковых сушилок содержание сухого вещества повысится до 15 %, тогда объем обезвоженного осадка составит

$$V_{см} = \frac{0,293 \times 100}{(100 - 85) \times 0,75} = 2,6 \text{ м}^3 / \text{сут}.$$

$V_{сут} = 2,6 \text{ м}^3 / \text{сут}$ – суточное количество подсушенного осадка.

Количество иловой воды, отводимой от узла обработки осадка:

$$V_{и.в.} = 34,78 - 2,6 = 32,18 \text{ м}^3 / \text{сут}.$$

Площадки для компостирования осадка: продолжительность компостирования – 6 мес. Высота слоя компоста – 1,5 м. Требуемая площадь площадок

$$F_{пл} = \frac{2,6 \times 30 \times 6}{1,5} = 312 \text{ м}^2.$$

Глава 3 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

3.1 Введение

Раздел бакалаврской работы «Мероприятия по охране окружающей среды» выполнен в соответствии:

- с действующими нормами и техническими условиями на

проектирование систем водоотведения;

- с техническими требованиями пособия по составлению раздела проекта «Охрана окружающей природной среды».

В разделе отражены негативные воздействия проектируемого объекта на окружающую среду и проектные решения, которые обеспечат необходимые санитарно-гигиенические требования и сведут к минимуму отрицательные воздействия проектируемого производства на окружающую среду.

3.2 Характеристика проектируемого объекта

В работе разработана система водоотведения сточных вод поселка с численностью населения 5082 человек. Норма водоотведения – 250 л/чел·сут. Процент канализования – 100 %.

3.3 Характеристика приемника сточных вод и оценка качества источника в соответствии с санитарными требованиями

Приемником очищенных сточных вод является река – водоток рыбохозяйственного водопользования первой категории. Гидрохимические и гидрологические характеристики реки приведены в главе 2.

Был произведен анализ качества речной воды по обобщенным гидрохимическим показателям по каждому лимитирующему показателю вредности.

(3.1)

$$J_{\text{р}}^{\text{ЛПВ}} = \sum_{i=1}^N \frac{C_i^m}{\text{ПДК}_i}.$$

- по токсикологическому ЛПВ

$$J_{\text{р}}^m = \frac{0,43}{0,1} + \frac{0,18}{0,39} + \frac{0,008}{0,02} + \frac{0,01}{0,01} + \frac{0,004}{0,001} + \frac{0,01}{0,75} = 10,173.$$

- по санитарно-токсикологическому ЛПВ

$$J_{\text{р}}^{c-m} = \frac{7,3}{40} + \frac{3,1}{300} + \frac{8}{8,25} + \frac{4,5}{100} + \frac{0,09}{9,1} + \frac{0,13}{1,1} = 1,393.$$

- по рыбохозяйственному

$$J_p^{p-x} = \frac{0,05}{0,001} + \frac{0,04}{0,05} = 50,8.$$

По БПК_{полн} = 9,4 мгО/л, что в 9,13 раза превышает ПДК.

Были определены гидрохимические характеристики сточных вод, допустимых к водоотведению.

Анализ качества речной воды свидетельствует о высокой степени загрязненности вод по токсикологическому, санитарно-токсикологическому, рыбохозяйственному показателю и по БПК.

3.4 Расчет и обоснование требуемой глубины очистки

Для обоснования требуемой глубины очистки и выбора технологической схемы очистки был выполнен расчет допустимого состава сточных вод к водоотведению в реку.

Расчет произведен из условия обеспечения концентраций контролируемых веществ, не превышающих нормативных требований к составу и свойствам воды в расчетном створе после смешения с речной водой. Расчет кратности разбавления выполнен в разделе 2. Кратность разбавления рассчитана по методу Родзилера-Фролова и составляет $n_0 = 1180,6$.

Установление допустимых концентраций загрязняющих веществ произведено на основании действующих нормативных документов и условий смешения по формуле

$$C_i^{ЛПВ} = \frac{J_{CB}^{ЛВП}}{N_i} \times ПДК_i. \quad (3.2)$$

где $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, г/м³;

$J_{CB}^{ЛВП}$ – обобщенный гидрохимический показатель по каждому

лимитирующему показателю вредности;

N_i – количество загрязняющих веществ по каждому лимитирующему показателю вредности.

Расчет представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Состав сточных вод, допустимый к водоотведению

Показатель загрязнения	ПДК, г/м ³	ЛПВ	Состав сточных вод, г/м ³		
			Фактический	Допустимый	Принятый
Взвешенные вещества	8,25	-	260	303,15	4,5
БПК _{полн}	3,0	-	288	3	3
Температура	-	-	18	3552	18
NH ₄	0,39	T	42	0,39	0,39
Фосфаты	0,2	с/т	6	0,0067	0,2
Хлориды	300	с/т	36	99,9	36
ПАВ	0,5	с/т	10	1,67	0,5

3.5 Технологическая схема обработки сточных вод

Разработана технологическая схема, которая включает:

- механическую очистку – решетки ступенчатого типа, тангенциальные песколовки, первичные отстойники;
- биологическую очистку в аэротенках с нитрификацией и на вторичных отстойниках;
- доочистка на фильтрах.

Концентрации загрязнений на выходе с очистных сооружений (по выбранной схеме очистки) приняты на основании опыта при эксплуатации аналогичных сооружений и данных справочной литературы.

Разработанная технология позволяет получить требуемую глубину очистки по всем компонентам.

3.6 Описание технологического процесса водоочистки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду

В процессе очистки сточных вод образуются:

- газообразные отходы (выбросы при работе очистных сооружений);
- жидкие отходы (очищенные сточные воды, оказывающие воздействие на водоем);
- твердые (осадки выделенных загрязнений).

3.7 Оценка воздействия возвратных вод на качество воды в источнике

3.7.1 Расчет концентраций загрязнений в контрольном створе

Прогноз качества водотока в контрольном створе определяется по формуле

$$C_{n.в.} = \frac{C_{o.c.} + (n-1) \times C_{\phi}}{n}, \quad (3.3)$$

где $C_{n.в.}$ – концентрация ингредиента в контрольном створе, мг/дм³;

$C_{o.c.}$ – проектные концентрации состава на выпуске из очистных сооружений, мг/дм³;

C_{ϕ} – фоновые концентрации речной воды, мг/дм³;

n – кратность разбавления.

Расчет представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Прогноз качества воды водного источника в контрольном створе

Наименование ингредиентов	Концентрация загрязняющих веществ (проектная), мг/дм ³	ПДК для водных объектов, рыбохозяйственного водопользования, мг/дм ³	Фоновая концентрация в реке, мг/дм ³	Прогноз качества в контрольном створе, мг/дм ³	С _i /ПДК _{рх}	
					до сброса	после сброса
Температура	18	13	10°С	10,14	0,77	0,78
Магний	0	40	7,3	7,29	0,183	0,182
Хлориды	36,0	300	3,1	3,19	0,01	0,011
Взвеш. вещества	4,5	8,25	8	8,02	0,97	0,972
Сульфаты	0	100	4,5	4,5	0,045	0,045
Фосфаты	0,2	1,1	0,13	0,13	0,118	0,118
Фтор	0	0,75	0,01	0,01	0,013	0,013
БПК _{полн}	3	3	9,4	9,42	3,133	3,14
Фенол	0	0,001	0,05	0,05	50	50
Нефтепродукты	0	0,05	0,04	0,04	0,8	0,8
Азот аммонийный	0,39	0,39	0,18	0,18	0,462	0,462
Азот нитритный	0	0,02	0,008	0,008	0,4	0,4
Медь	0	0,001	0,004	0,004	4	4
Цинк	0	0,01	0,01	0,01	1	1
ПАВ	0,5	0,5	0	следы	0	Пр 0

Вывод: Необходимо отметить, что фоновое значение БПК_{полн} превышает ПДК в три раза. Сброс сточных вод на превышение ПДК практически не повлиял. После водоотведения очищенных сточных вод в расчетном створе качество речной воды очень незначительно ухудшается по таким показателям, как ПАВ, БПК_{полн}, хлориды и температура. Но это не приводит к превышению

ПДК по этим показателям.

3.8 Количество образующихся твердых отходов

Твердые отходы образуются на всех стадиях очистки сточных вод и представляют собой отходы жилищ, задержанные на решетках, стабильные осадки минеральных веществ, задержанные в песколовке, нестойкие осадки, задержанные в первичном и вторичном отстойнике.

Способ размещения и утилизации образующихся отходов приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Способ утилизации и размещения отходов

Узел технологической схемы, где образуются отходы	Количество твердых отходов		Физико-химические свойства отходов (влажность, зольность, плотность)	Способ утилизации или хранения
	м ³ /год	т/год		
1	2	3	4	5
Решетки ступенчатые	45,72	34,3	Плотность 750 кг/м ³	Дробление и отделение в первичных отстойниках
Песколовки	36	54	Влажность 60 % Плотность 1500 кг/м ³	Песок отмывается в бункерах и вывозится на песковые площадки, после просушки используется на подсыпку территории и дорог
Первичный отстойник	900	927	Влажность 95 % Плотность 1030 кг/м ³	Барабанный сгуститель осадка

Окончание таблицы 11

1	2	3	4	5
Вторичный отстойник	32,28	32,6	Влажность 99,5 % Плотность 1010 кг/м ³	Барабанный сгуститель осадка
Барабанный сгуститель осадка	4687,2	3749,8	Плотность 800 кг/м ³	Мешковые сушилки

Мешковые сушилки	936	702	Плотность 750 кг/м ³	Компостирование с последующим использованием на удобрение
---------------------	-----	-----	------------------------------------	--

Применение обезвоживания осадка позволяет сократить объем иловых площадок на 80 %, и соответственно, площадь изымаемых земель.

3.9 Определение класса токсичности твердых отходов

Осадки бытовых сточных вод относятся к 4 классу опасности.

3.10 Обезвреживание отходов

Обезвреживание отходов – это обработка отходов, имеющая целью исключение их опасности или снижение ее уровня до допустимого значения.

В проекте обезвреживание и обеззараживание осадка сточных вод осуществляется компостированием (с опилками, сухими листьями, соломой, торфом, другими водопоглощающими средствами) в течение 4-5 месяцев.

3.11 Использование осадков в качестве удобрений

Обезвреженный и обеззараженный осадок может быть использован в качестве удобрения или для биологической рекультивации нарушенных земель.

В настоящее время разработан ГОСТ, который устанавливает основные требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. Этот стандарт распространяется на осадки, образующиеся в процессе очистки хозяйственно-бытовых, городских (смеси хозяйственно-бытовых и производственных), а также близких к ним по составу производственных сточных вод и продукцию (удобрения) на основе осадков.

Требования стандарта обязательны для коммунальных служб муниципальных и ведомственных предприятий, имеющих право поставлять и использовать осадки в качестве удобрений в сельском хозяйстве, промышленном цветоводстве, зеленом строительстве, в лесных и декоративных питомниках, а также для биологической рекультивации нарушенных земель и для полигонов твердых бытовых отходов (ТБО).

Осадки, применяемые в качестве органических или комплексных органоминеральных удобрений, должны соответствовать требованиям:

- по агрохимическим показателям (таблица 8);

- по допустимому валовому содержанию тяжелых металлов в осадках;
- по санитарно – бактериологическим и санитарно – паразитологическим показателям (таблица 9).

Таблица 8 – Агрохимические показатели осадков

Наименование показателя	Норма	Метод определения
Массовая доля органических веществ, % на сухое вещество, не менее	20	ГОСТ 26213
Реакция среды (рН _{сол})	5,5 - 8,5*	ГОСТ 26483
Массовая доля общего азота (N), % на сухое вещество, не менее	0,6	ГОСТ 26715
Массовая доля общего фосфора (P ₂ O ₅), % на сухое вещество, не менее	1,5	ГОСТ 26717

Осадки, имеющие значение реакции среды (рН вытяжки) более 8,5, могут использоваться на кислых почвах в качестве известковых удобрений.

Вывод: Осадок, образующийся на очистных сооружениях, по содержанию ионов тяжелых металлов относится к I группе, осадки могут использоваться под все виды сельскохозяйственных культур, кроме овощных, грибов и земляники, а также в промышленном цветоводстве, зеленом строительстве, лесных и декоративных питомниках, для биологической рекультивации нарушенных земель и полигонов ТБО.

Таблица 9 – Санитарно – бактериологические и санитарно – паразитологические показатели осадков

Наименование показателя	Норма для осадков группы	
	I	II
Бактерии группы кишечной палочки, клеток/г осадка фактической влажности	100	1000
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, клеток/г	Отсутствие	Отсутствие

Наименование показателя	Норма для осадков группы	
	I	II
Яйца геогельминтов и цисты кишечных патогенных простейших, экз./кг осадка фактической влажности, не более	Отсутствие	Отсутствие

Не допускается применять осадки:

- в водоохранных зонах и зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах, а также в пределах особо охраняемых природных территорий;
- поверхностно в лесах, лесопарках, на сенокосах и пастбищах;
- на затопляемых и переувлажненных почвах;
- на территориях с резко пересеченным рельефом, а также на площадках, которые имеют уклон в сторону водоема более 3°.

3.12 Жидкие отходы

Жидкие отходы образуются при механическом обезвоживании осадка на барабанных сгустителях, мешковых сушилках и при промывке фильтров и после уплотнения на иловых площадках (иловая вода), на барабанном сгустителе осадка и в мешковых сушилках

Вода от промывки фильтров 28,16 м³/сут и иловые воды в количестве 32,18 м³/сут поступают в голову сооружений.

3.13 Обоснование размера земельных участков

- общая площадь изымаемых земель 6900 м², в том числе песковые площадки = 8 м², иловые площадки = 1366 м²;
- иловые площадки периодически опорожняются: перегнивший ил вывозится и используется как удобрение под зеленые насаждения.

3.14 После прокладки водоводов предусматривается рекультивация земель

- засыпка траншей;
- уборка строительного мусора;
- общая планировка полосы отвода;
- восстановление растительного покрова посевом трав фитомелиорантов (тимофеевки луговой, овсяницы красной, клевера белого, ковра безостого и др.).

3.15 Планировочные мероприятия

Площадка очистных сооружений располагается на расстоянии 500 м от границ зданий застройки. Нормативный размер санитарно – защитной зоны в соответствие с производительностью и технологической схемой существующих сооружений составляет 200 м согласно [7, п.7.1.13]. Таким образом, размещение очистных сооружений соответствует гигиеническим требованиям.

Площадка располагается с подветренной стороны для господствующих ветров теплого периода года по отношению к жилой застройке и ниже города по течению реки, на расстоянии 400 м от уреза воды.

Размер водоохраной зоны для заданного водного объекта в соответствии с [8] составляет 200 м.

Площадка под строительство расположена на территории, не затопляемой талыми водами, с низким уровнем грунтовых вод.

3.16 Перечень природоохранных мероприятий, направленных на снижение антропогенного воздействия проектируемой системы

Приведен перечень природоохранных мероприятий, направленных на снижение антропогенного воздействия проектируемой системы. Указаны природоохранные мероприятия технологического, строительно-технического, планировочного характера и другие.

Водоохранные мероприятия, разработанные в проекте, направлены на рациональное использование, охрану от истощения и загрязнения водного объекта. Водоохранные мероприятия носят комплексный характер и представлены:

- строительно-техническими мероприятиями;
- технологическими мероприятиями;

Строительно-технические мероприятия. Строительство КОС в составе: Резервуар усреднитель; блок механической очистки (решетки типа РС, тангенциальная песколовка, контейнер для мусора и песка, расходомер); блок биологической очистки (первичный вертикальный отстойник, аэротенк-нитрификатор секционный, вторичный вертикальный отстойник); реагентное хозяйство; установка ультрафиолетового обеззараживания, блок обезвоживания осадка (барабанный сгуститель с мешковой сушилкой, контейнер для осадка); блок тонкой очистки (емкость промывной воды, фильтр доочистки, накопительная емкость).

Для предупреждения загрязнения подземных вод предусмотрены следующие мероприятия:

- эффективный отвод поверхностных вод с территории и их очистка;
- искусственное повышение планировочных отметок территории;
- тщательное выполнение работ по строительству водонесущих инженерных сетей;
- обезвоживание песка и его складирование;
- механическое обезвоживание осадка, что приводит к сокращению площадей иловых площадок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан проект системы водоотведения населенного пункта с населением 5082 человека. Выбраны схема канализования. Произведен расчет необходимой степени очистки вод перед сбросом в водоем, на основании которого выбрана технологическая схема, обеспечивающая требуемую глубину очистки сточных вод. Разработан генплан очистных сооружений. Выполнен прогноз качества воды водного источника в контрольном створе после сброса очищенных сточных вод, который показал, что сброс очищенных сточных вод не окажет негативного воздействия на качество воды в источнике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СНиП 23-01-99 Строительная климатология / Пособие по проектированию сооружений для очистки и подготовки воды. – Введ. 01.01.2000. – Москва : Госстрой России, 2000. – 77 с.
- 2 Лукиных А.А, Лукиных Н.А., Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Павловского Н.Н.: Справочное пособие – 5-е изд. – М. Стройиздат, 1987-152 с.
- 3 СНиП 2.04.04-85* Канализация. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР. – М., 1985.
- 4 Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика /Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др.: Под ред. В.Н.Самохина. 2-е изд. - М: Стройиздат, 1981-639 с.
- 5 Проектирование сооружений для очистки сточных вод: Пособие к СНиП 2.04.03-85 –М., ВНИИ ВОДГЕО. 1990.
- 6 Материалы I Международной конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Инновационные технологии строительства»
- 7 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий, планировка и застройка населенных мест. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. М. Минздрав РФ, 2003 г.
- 8 Постановление № 1404 от 23.11.1996 «Об утверждении положения о водоохранных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах».
- 9 Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 2002. – 704 с.
- 10 Ласков Ю.М., Ю.В. Воронов, В.И. Калицун. Примеры расчета канализационных сооружений. Москва Стройиздат 1987 г.
- 11 Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения: Справочник / Под ред. Б.Н. Репина. – М.: Высшая школа, 1995. – 431 с.
- 12 Водоотведение. Техничко-экономические расчеты / Под ред. Г.М. Басса. – Киев: Высшая школа, 1977. – 152 с.
- 13 Гидравлика, водоснабжение и канализация: Учебник для вузов / Под ред. В.И. Калицун, В.С. Кедров. – М.: Стройиздат, 1980. – 359 с.
- 14 Гидравлические расчеты систем водоснабжения и водоотведения: Справочник / Под ред. А.М. Курганова, Н.Ф. Федорова. – Л.: Стройиздат, 1986.
- 15 Грудинов Ю.М., Тюханов Ю.М. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения: Учеб. пособие. – Красноярск: КрасГАСА, 2006. – 60 с.

16 Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика / Под ред. В.Н. Самохина. – М.: Стройиздат, 1981. – 640 с.

17 Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1986. – 320 с.

18 Королев Б.В. Насосы и насосные станции. – М.: Высшая школа, 1979.

19 Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации: Справочник строителя / Под ред. А.К. Перешивкина. – М.: Стройиздат, 1988. – 653 с.

20 Нестеренко З.П. Техничко-экономические расчеты систем водоснабжения: Учеб. пособие. – Красноярск: КИСИ, 1991. – 62 с.

21 Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика / Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др.: Под ред. В.Н.Самохина. 2-е изд. - М: Стройиздат, 1981-639 с.

22 Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод -2-е изд. – М: Стройиздат, 1982-223 с.

23 Федоров Н.Ф., Курганов А.М., Алексеев М.И. Канализационные сети. Примеры расчета: Учебное пособие для вузов – 3-е изд.- М: Стройиздат 1985-223 с.

24 Стафейчук Л.В., Колова А.Ф., Пчелкин А.Г. Методические указания по расчету необходимой степени очистки сточных вод перед сбросом в водоем. – Красноярск: КИСИ, 1993.

25 Пчелкин А.Г., Колова А.Ф. Сооружения для очистки сточных вод: Методические указания для студентов спец. 2908- Красноярск: КИСИ 1986.

26 Колова А.Ф., Пчелкин А.Г. Расчет сооружений для обработки осадка: Методические указания для студентов спец. 2908- Красноярск: КрасГАСА, 1999.

27 А.Ф. Колова, А.Г. Пчелкин, Е.Н. Тимофеева. Расчет сооружений по очистке городских сточных вод и обработке осадков. Методические указания. Красноярск, 2001.

28 Методические указания к курсовому проекту для студентов специальности 2908 – «Водоснабжение, водоотведение, охрана и рациональное использование водных ресурсов»/КИСИ. – Красноярск, 1994. 35 с.

29 СНиП 2.04.01.-85* Внутренний водопровод и канализация зданий. / Госстрой СССР. – М., 1996.

30 СП 2.2.1.1386-03 Санитарные правила по определению класса опасности отходов производства и потребления. М. 2003г.

31 ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М.: Минздрав России, 2003.

Приложение А - Расчетные расходы для отдельных участков сети

№ участка	Длина участка, м	количество приборов, N	Вероятность действия приборов, P	NP	α	Общий расход, q_0^{tot} , л/с	Расход стоков от приборов, q_s , л/с	Расчетный расход на участке, q_s , л/с
1-2	125	28	0,011	0,308	0,238	0,3	1,6	1,96
2-3	115	42	0,011	0,462	0,652	0,3	1,6	2,58
4-3	145	16	0,011	0,176	0,425	0,3	1,6	2,24
3-5	285	100	0,011	1,1	1,021	0,3	1,6	3,13
6-5	65	16	0,011	0,176	0,209	0,3	1,6	1,91
7-8	230	32	0,011	0,352	0,27	0,3	1,6	1,97
5-8	50	116	0,011	1,276	1,098	0,3	1,6	3,25
8-9	295	172	0,011	1,892	1,39	0,3	1,6	3,69
10-9	85	50	0,033	1,716	1,31	0,14	1,6	2,50
9-11	90	20	0,016	3,84	2,15	0,22	1,6	3,97
12-11	360	60	0,011	0,66	0,78	0,3	1,6	2,77
11-13	135	300	0,015	4,50	2,39	0,23	1,6	4,34
14-15	95	36	0,011	0,396	0,609	0,3	1,6	2,51
15-16	65	48	0,011	0,53	0,70	0,3	1,6	2,65
17-18	95	12	0,011	0,13	0,38	0,3	1,6	2,17
18-19	145	56	0,011	0,62	0,75	0,3	1,6	2,73
19-20	180	128	0,011	1,408	1,168	0,3	1,6	3,35
20-21	105	160	0,011	1,76	1,33	0,3	1,6	3,60
21-22	150	204	0,011	2,244	1,614	0,3	1,6	4,02
22-23	75	208	0,011	2,288	0,749	0,3	1,6	2,72
23-24	195	268	0,011	2,948	1,82	0,3	1,6	4,33
25-26	20	92	0,011	1,012	0,71	0,3	1,6	2,67
24-28	90	288	0,011	3,168	1,902	0,3	1,6	4,45
27-26	55	12	0,011	0,132	0,38	0,3	1,6	2,17
26-28	40	104	0,011	1,144	0,992	0,3	1,6	3,09
28-29	75	404	0,011	4,444	2,367	0,3	1,6	5,15
29-30	80	440	0,011	4,84	2,518	0,3	1,6	5,38
30-31	145	451	0,011	4,961	2,544	0,3	1,6	5,42
32-31	175	56	0,015	0,84	0,883	0,23	1,6	2,62
33-34	165	60	0,011	0,66	0,779	0,3	1,6	2,77
34-35	95	88	0,011	0,968	0,954	0,3	1,6	3,03
31-35	55	507	0,011	5,577	2,751	0,29	1,6	5,59
36-37	165	100	0,011	1,1	1,021	0,3	1,6	3,13
37-38	70	111	0,011	1,221	1,082	0,3	1,6	3,22
35-38	120	595	0,011	6,545	3,066	0,3	1,6	6,20
39-40	210	63	0,066	4,158	2,301	0,155	1,6	3,38
38-40	145	730	0,011	8,03	3,533	0,3	1,6	6,90
40-41	195	881	0,011	9,691	4,035	0,27	1,6	7,05
41-42	140	929	0,011	10,219	4,191	0,27	1,6	7,26
43-44	120	24	0,011	0,264	0,505	0,3	1,6	2,36
41-42	140	929	0,011	10,219	4,191	0,27	1,6	7,26

Продолжение приложения А

№ участка	Длина участка, м	количество приборов, N	Вероятность действия приборов, P	NP	α	Общий расход, q_0^{tot} , л/с	Расход стоков от приборов, q_0^s , л/с	Расчетный расход на участке, q_s , л/с
43-44	120	24	0,011	0,264	0,505	0,3	1,6	2,36
44-47	120	56	0,011	0,616	0,751	0,3	1,6	2,73
45-46	70	20	0,011	0,22	0,467	0,3	1,6	2,30
46-47	115	24	0,011	0,264	0,51	0,3	1,6	2,36
47-48	200	132	0,011	1,452	1,191	0,3	1,6	3,39
48-49	110	172	0,011	1,892	1,39	0,3	1,6	3,69
49-16	80	200	0,011	2,2	1,521	0,3	1,6	3,88
16-13	140	276	0,011	3,036	1,847	0,3	1,6	4,37
49-51	225	24	0,011	0,264	0,504	0,3	1,6	2,36
50-51	140	52	0,011	0,572	0,724	0,3	1,6	2,69
51-52	35	92	0,011	1,012	0,973	0,3	1,6	3,06
52-53	280	184	0,011	2,024	1,447	0,3	1,6	3,77
53-54	225	272	0,011	2,992	1,939	0,3	1,6	4,51
55-56	125	24	0,011	0,264	0,504	0,3	1,6	2,36
56-57	105	40	0,011	0,44	0,638	0,3	1,6	2,56
57-58	65	80	0,011	0,88	0,905	0,3	1,6	2,96
61-60	135	64	0,011	0,704	0,805	0,3	1,6	2,81
59-60	250	48	0,011	0,528	0,698	0,3	1,6	2,65
60-62	80	116	0,011	1,276	1,108	0,3	1,6	3,26
63-62	290	108	0,011	1,188	1,065	0,3	1,6	3,20
62-64	160	256	0,011	2,816	1,765	0,3	1,6	4,25
64-65	135	259	0,011	2,849	1,782	0,3	1,6	4,27
66-67	40	50	0,107	5,35	2,676	0,3	1,6	5,61
67-68	90	102	0,058	5,916	2,895	0,3	1,6	5,94
69-68	130	48	0,011	0,528	0,697	0,3	1,6	2,65
68-70	75	166	0,04	6,64	3,129	0,3	1,6	6,29
71-72	110	20	0,011	0,22	0,467	0,3	1,6	2,30
82-72	115	676	0,013	8,788	3,763	0,265	1,6	6,59
72-73	90	720	0,013	9,36	3,933	0,264	1,6	6,79
54-73	120	312	0,011	3,432	2,004	0,3	1,6	4,61
65-73	405	407	0,011	4,477	2,377	0,3	1,6	5,17
73-75	115	1443	0,012	17,316	6,172	0,28	1,6	8,64
74-75	130	24	0,011	0,264	0,504	0,3	1,6	2,36
75-76	50	1475	0,012	17,7	6,281	0,28	1,6	8,79
76-81	135	1491	0,012	17,892	6,332	0,28	1,6	8,86
80-81	90	24	0,011	0,264	0,504	0,3	1,6	2,36
13-82	155	576	0,013	7,488	3,368	0,258	1,6	5,94

Окончание приложения А

№ участка	Длина участка, м	количество приборов, N	Вероятность действия приборов, P	NP	α	Общий расход, q_0^{tot} , л/с	Расход стоков от приборов, q_s , л/с	Расчетный расход на участке, q_s , л/с
83-84	165	63	0,012	0,756	0,835	0,3	1,6	2,85
84-86	135	340	0,025	8,5	3,677	0,3	1,6	7,12
85-86	170	40	0,011	0,44	0,638	0,3	1,6	2,56
86-87	120	392	0,023	9,016	3,842	0,3	1,6	7,36
79-87	115	92	0,011	1,012	0,974	0,3	1,6	3,06
87-88	115	508	0,02	10,16	4,17	0,3	1,6	7,86
89-90	370	148	0,011	1,628	1,274	0,3	1,6	3,51
88-90	285	2175	0,014	30,45	9,57	0,29	1,6	13,88
90-91	310	2247	0,014	31,458	9,82	0,29	1,6	14,24
91-92	235	2323	0,014	32,522	10,09	0,29	1,6	14,63
42-92	105	929	0,011	10,219	4,191	0,27	1,6	7,26
92-94	180	6248	0,012	74,976	17,58	0,296	1,6	26,02
93-94	140	60	0,011	0,66	0,779	0,3	1,6	2,77
94-КНС	50	6308	0,012	75,696	20,34	0,296	1,6	30,10

Приложение Б – Гидравлический расчет сети

№ участка	Расчетный расход на участке, л/с Q_c	Диаметр, d, мм	Скорость, м/с	h/d	i	Высота водного слоя, мм $h_{в.с}$	Падение линии, Δh, м	Проектные отметки								Глубина заложения	
								земли		воды		шелыги		лотка			
								В начало	В конце	В начало	В конце	В начало	В конце	В начало	В конце	В начало	В конце
								е	конце	е	конце	е	конце	е	конце	е	конце
1-2	1,96	150	0,6	0,25	0,01	0,038	1,25	99,80	99,40	97,69	96,44	97,80	96,55	97,65	96,40	2,15	3,00
2-3	2,58	150	0,62	0,28	0,01	0,042	1,15	99,40	99,00	96,44	95,25	96,55	95,36	96,40	95,21	3,00	3,79
4-3	2,24	150	0,6	0,27	0,01	0,041	1,45	99,10	99,00	97,00	95,54	97,00	95,65	96,95	95,50	2,15	3,50
3-5	3,13	150	0,67	0,32	0,01	0,048	2,85	99,00	98,05	95,54	92,69	95,64	92,79	95,49	92,64	3,51	5,41
6-5	1,91	150	0,6	0,25	0,01	0,038	0,65	98,50	98,05	96,39	95,74	96,50	95,85	96,35	95,70	2,15	2,35
7-8	1,97	150	0,6	0,25	0,01	0,038	2,3	98,00	97,70	95,89	93,59	96,00	93,70	95,85	93,55	2,15	4,15
5-8	3,25	150	0,68	0,25	0,01	0,038	0,5	98,05	97,70	92,69	92,19	92,80	92,30	92,65	92,15	5,40	5,55
8-9	3,69	150	0,68	0,35	0,01	0,053	2,95	97,70	96,20	92,19	89,24	92,29	89,34	92,14	89,19	5,56	7,01
10-9	2,50	150	0,68	0,25	0,015	0,038	2,1	96,40	96,20	94,29	92,19	94,40	92,30	94,25	92,15	2,15	4,05
9-11	3,97	150	0,7	0,37	0,01	0,0555	0,9	96,20	95,60	94,11	93,21	94,20	93,30	94,05	93,15	2,15	2,45
12-11	2,77	150	0,69	0,37	0,01	0,0555	3,6	96,75	95,60	94,66	91,06	94,75	91,15	94,60	91,00	2,15	4,60
11-13	4,34	150	0,7	0,38	0,01	0,057	1,35	95,60	94,70	91,06	89,71	91,15	89,80	91,00	89,65	4,60	5,05
14-15	2,51	150	0,69	0,25	0,015	0,0375	1,425	96,35	95,60	94,24	92,81	94,35	92,93	94,20	92,78	2,15	2,83
15-16	2,65	150	0,7	0,25	0,015	0,0375	0,975	95,60	95,35	92,81	91,84	92,92	91,95	92,77	91,80	2,83	3,55
17-18	2,17	150	0,66	0,24	0,015	0,036	1,425	99,10	98,70	96,99	95,56	97,10	95,68	96,95	95,53	2,15	3,18
18-19	2,73	150	0,71	0,26	0,015	0,039	2,175	98,70	97,95	95,56	93,39	95,67	93,50	95,52	93,35	3,18	4,60
19-20	3,35	150	0,76	0,3	0,015	0,045	2,7	97,95	96,75	93,39	90,69	93,50	90,80	93,35	90,65	4,61	6,11
20-21	3,60	150	0,78	0,3	0,015	0,045	1,575	97,95	96,40	90,69	89,12	90,80	90,80	90,65	89,07	7,31	7,33
21-22	4,02	150	0,8	0,31	0,015	0,0465	2,25	96,40	96,25	89,12	86,87	89,22	86,67	89,07	86,82	7,33	9,43
22-23	2,72	150	0,71	0,26	0,015	0,039	1,125	96,25	95,95	94,36	93,24	94,25	93,13	94,10	92,98	2,15	2,98
23-24	4,33	150	0,81	0,34	0,015	0,051	2,925	95,95	94,80	93,24	90,32	93,34	90,11	93,19	90,26	2,76	4,54
25-26	2,67	150	0,7	0,25	0,015	0,0375	3,6	96,25	94,45	94,35	90,75	94,25	90,65	94,10	90,50	2,15	3,95
24-28	4,45	150	0,82	0,34	0,015	0,051	1,35	94,80	94,40	90,32	88,97	90,42	88,77	90,27	88,92	4,53	5,48
27-26	2,17	150	0,66	0,24	0,015	0,036	0,825	94,67	94,45	92,56	91,73	92,67	91,85	92,52	91,70	2,15	2,76

Продолжение приложения Б

№ участка	Расчетный расход на участке, л/с Q_c	Диаметр, d, мм	Скорость, м/с	h/d	i	Высота водного слоя, мм $h_{в.с}$	Падение линии, Δh, м	Проектные отметки								Глубина заложения	
								земли		воды		шелыги		лотка			
								В начале	В конце	В начале	В конце	В начале	В конце	В начале	В конце	В начале	В конце
								В начале	В конце	В начале	В конце	В начале	В конце	В начале	В конце	В начале	В конце
26-28	3,09	150	0,74	0,28	0,015	0,042	0,6	94,45	94,40	90,75	90,15	90,86	89,96	90,71	90,11	3,74	4,29
28-29	5,15	150	0,86	0,37	0,015	0,0555	1,125	94,40	94,10	88,97	87,85	89,06	87,64	88,91	87,79	5,49	6,31
29-30	5,38	150	0,87	0,38	0,015	0,057	1,2	94,10	93,55	87,85	86,65	87,94	86,44	87,79	86,59	6,31	6,96
30-31	5,42	150	0,87	0,38	0,015	0,057	2,175	93,55	92,45	86,65	84,48	86,74	84,27	86,59	84,42	6,96	8,03
32-31	2,62	150	0,7	0,25	0,015	0,0375	2,625	92,80	92,45	90,69	88,06	90,80	88,18	90,65	88,03	2,15	4,43
33-34	2,77	150	0,71	0,26	0,015	0,039	2,475	94,10	92,90	91,99	89,51	92,10	89,63	91,95	89,48	2,15	3,43
34-35	3,03	150	0,73	0,27	0,015	0,0405	1,425	92,90	92,35	89,51	89,37	90,90	89,48	90,75	89,33	2,15	3,02
31-35	5,59	150	0,88	0,39	0,015	0,0585	0,825	92,45	92,35	90,36	89,53	90,45	89,63	90,30	89,48	2,15	2,88
36-37	3,13	150	0,74	0,28	0,015	0,042	2,475	93,45	92,35	91,34	88,87	91,45	88,98	91,30	88,83	2,15	3,52
37-38	3,22	150	0,75	0,28	0,015	0,042	1,05	92,35	91,87	88,87	87,82	88,98	87,63	88,83	87,78	3,52	4,09
35-38	6,20	150	0,89	0,28	0,015	0,056	1,8	92,35	91,87	89,37	87,57	89,51	87,31	89,31	87,51	3,04	4,36
39-40	3,38	150	0,76	0,3	0,015	0,045	3,15	93,00	91,60	89,51	87,75	91,00	87,85	90,85	87,70	2,15	3,90
38-40	6,90	200	0,9	0,29	0,014	0,058	2,03	91,87	91,60	87,37	85,34	87,51	85,08	87,31	85,28	4,56	6,32
40-41	7,05	200	0,91	0,3	0,014	0,06	2,73	91,60	91,20	85,34	82,61	85,48	82,35	85,28	82,55	6,32	8,65
41-42	7,26	200	0,92	0,3	0,015	0,06	2,1	91,20	90,30	89,11	87,01	89,25	87,15	89,05	86,95	2,15	3,35
43-44	2,36	150	0,68	0,24	0,015	0,036	1,8	98,70	97,85	96,79	94,99	96,70	94,90	96,55	94,75	2,15	3,10
44-47	2,73	150	0,71	0,26	0,015	0,039	1,8	97,85	96,97	94,99	93,19	95,10	93,00	94,95	93,15	2,90	3,82
45-46	2,30	150	0,67	0,24	0,015	0,036	1,05	97,60	97,10	95,69	94,64	95,60	94,55	95,45	94,40	2,15	2,70
46-47	2,36	150	0,68	0,24	0,015	0,036	1,725	97,10	96,97	94,64	92,92	94,75	92,73	94,60	92,88	2,50	4,09
47-48	3,39	150	0,76	0,29	0,015	0,0435	3	96,97	96,13	92,92	89,92	93,03	89,73	92,88	89,88	4,09	6,25
48-49	3,69	150	0,78	0,31	0,015	0,0465	1,65	96,13	96,10	89,92	88,27	90,02	88,07	89,87	88,22	6,26	7,88

Продолжение приложения Б

№ участк а	Расчетны й расход на участке, , л/с q_s	Диаметр , d, мм	Скорость , v	h/d	i	Высота водного слоя, , $h_{в.с}$ мм	Падени е линии, Δh , м	Проектные отметки								Глубина заложения	
								земли		воды		шелыги		лотка			
								В начал е	В конце	В начал е	В конце	В начал е	В конце	В начал е	В конце	В начал е	В конц е
49-16	3,88	150	0,79	0,32	0,015	0,048	1,2	96,10	95,35	94,27	93,07	94,10	92,90	93,95	92,75	2,15	2,60
16-13	4,37	150	0,81	0,34	0,015	0,051	2,1	95,35	94,70	91,84	89,74	91,94	89,54	91,79	89,69	3,56	5,01
49-51	2,36	150	0,68	0,24	0,015	0,036	3,375	98,15	97,05	96,04	92,66	96,15	92,78	96,00	92,63	2,15	4,43
50-51	2,69	150	0,7	0,26	0,015	0,039	2,1	97,65	97,05	95,54	93,44	95,65	93,55	95,50	93,40	2,15	3,65
51-52	3,06	150	0,74	0,28	0,015	0,042	0,525	97,05	96,90	93,44	92,32	93,55	93,02	93,40	92,87	3,65	4,03
52-53	3,77	150	0,79	0,31	0,015	0,0465	4,2	96,90	94,90	92,32	88,12	92,42	88,22	92,27	88,07	4,63	6,83
53-54	4,51	150	0,87	0,34	0,015	0,051	3,375	94,90	92,90	88,12	84,75	88,22	84,54	88,07	84,69	6,83	8,21
55-56	2,36	150	0,68	0,24	0,015	0,036	1,875	95,60	94,55	93,49	91,61	93,60	91,73	93,45	91,58	2,15	2,98
56-57	2,56	150	0,69	0,25	0,015	0,0375	1,575	97,65	97,05	91,61	90,04	91,72	89,85	91,57	90,00	6,08	7,05
57-58	2,96	150	0,73	0,27	0,015	0,0405	0,975	93,30	97,05	91,19	90,22	91,30	90,33	91,15	90,18	2,15	6,88
61-60	2,81	150	0,72	0,27	0,015	0,0405	2,025	93,20	92,50	91,09	89,07	91,20	89,18	91,05	89,03	2,15	3,48
59-60	2,65	150	0,7	0,26	0,015	0,039	3,75	93,75	92,50	91,64	87,89	91,75	88,00	91,60	87,85	2,15	4,65
60-62	3,26	150	0,75	0,29	0,015	0,0435	1,2	92,50	91,85	87,89	86,69	88,00	86,50	87,85	86,65	4,65	5,20
63-62	3,20	150	0,75	0,29	0,015	0,0435	4,35	92,85	91,85	90,74	86,39	90,85	86,50	90,70	86,35	2,15	5,50
62-64	4,25	150	0,81	0,34	0,015	0,051	2,4	91,85	91,80	86,39	83,99	86,49	83,79	86,34	83,94	5,51	7,86
64-65	4,27	150	0,81	0,34	0,015	0,051	2,025	91,80	91,40	89,70	87,68	89,80	87,78	89,65	87,63	2,15	3,78
66-67	5,61	150	0,88	0,39	0,015	0,0585	0,6	95,40	95,30	93,64	93,04	93,40	92,80	93,25	92,65	2,15	2,65
67-68	5,94	200	0,83	0,29	0,012	0,058	1,08	95,30	94,50	93,04	91,96	93,18	91,70	92,98	91,90	2,32	2,60
69-68	2,65	150	0,7	0,24	0,015	0,036	1,95	94,45	94,50	92,54	90,59	92,45	90,50	92,30	90,35	2,15	4,15
68-70	6,29	200	0,84	0,29	0,013	0,058	0,975	94,50	94,30	91,96	90,99	92,10	90,73	91,90	90,93	2,60	3,37
71-72	2,30	150	0,67	0,24	0,015	0,036	1,65	92,20	92,60	90,09	88,44	90,20	88,55	90,05	88,40	2,15	4,20

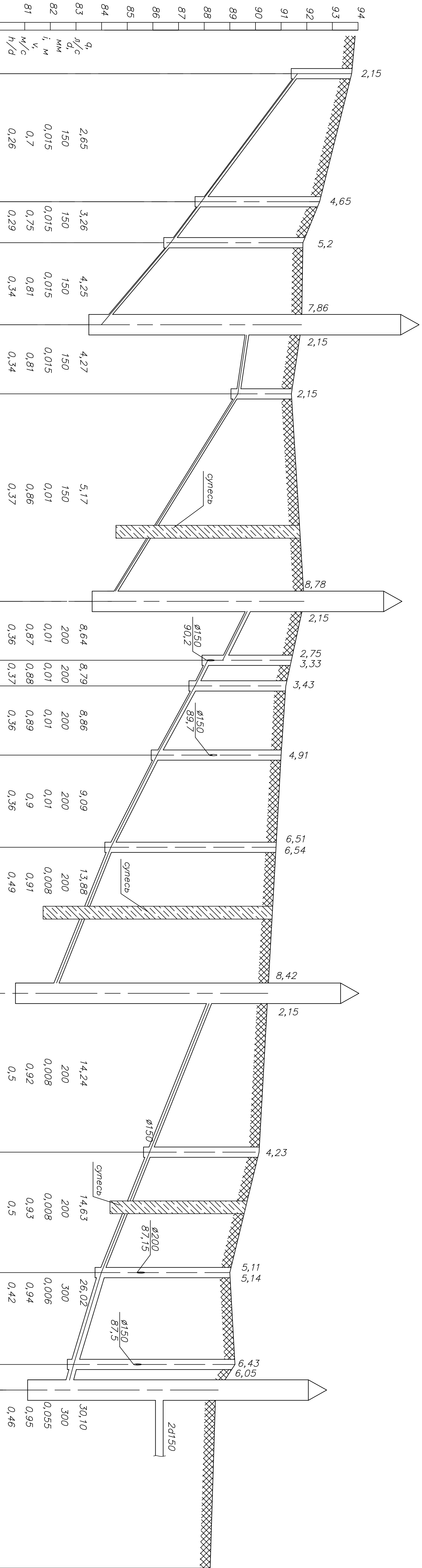
Продолжение приложения Б

№ участк а	Расчетны й расход на участке, , л/с Q_c	Диаметр , d, мм	Скорость , h/d	i	Высота водного слоя, $h_{в.с}$ мм	Падени е линии, Δh , м	Проектные отметки								Глубина заложения		
							земли		воды		шелыги		лотка				
							В начал е	В конце	В начал е	В конце	В начал е	В конце	В начал е	В конце	В начал е	В конц е	
82-72	6,59	200	0,84	0,3	0,012	0,06	1,38	93,20	92,20	87,85	86,47	87,99	86,21	87,79	86,41	5,41	5,79
72-73	6,79	200	0,85	0,31	0,012	0,062	1,08	92,20	91,95	88,44	87,36	88,58	87,10	88,38	87,30	3,82	4,65
54-73	4,61	150	0,83	0,33	0,015	0,0495	1,8	92,90	91,95	84,70	82,90	84,80	82,70	84,65	82,85	8,25	9,10
65-73	5,17	150	0,86	0,37	0,015	0,0555	6,075	91,40	91,95	89,31	83,23	89,40	83,33	89,25	83,18	2,15	8,78
73-75	8,64	200	0,87	0,36	0,01	0,072	1,15	91,95	91,40	89,87	88,72	90,00	88,85	89,80	88,65	2,15	2,75
74-75	2,36	150	0,68	0,24	0,015	0,036	1,95	92,20	91,40	90,09	88,14	90,20	88,25	90,05	88,10	2,15	3,30
75-76	8,79	200	0,88	0,37	0,01	0,074	0,5	91,40	91,00	88,14	87,64	88,27	87,37	88,07	87,57	3,33	3,43
76-81	8,86	200	0,89	0,36	0,011	0,072	1,485	91,00	91,00	87,64	86,16	87,77	85,88	87,57	86,08	3,43	4,92
80-81	2,36	150	0,68	0,24	0,015	0,036	1,35	91,70	91,00	89,59	88,24	89,70	88,35	89,55	88,20	2,15	2,80
13-82	5,94	200	0,83	0,29	0,012	0,058	1,86	94,70	93,20	89,71	87,85	89,85	87,59	89,65	87,79	5,05	5,41
83-84	2,85	150	0,72	0,27	0,015	0,0405	2,475	93,75	93,85	91,64	89,17	91,75	89,28	91,60	89,13	2,15	4,72
84-86	7,12	200	0,86	0,32	0,012	0,064	1,62	93,85	92,90	90,15	88,53	90,29	88,27	90,09	88,47	3,76	4,43
85-86	2,56	150	0,7	0,26	0,015	0,039	2,55	93,36	92,20	87,68	88,70	91,36	88,81	91,21	88,66	2,15	3,54
86-87	7,36	200	0,86	0,33	0,012	0,066	1,44	92,90	92,07	88,53	87,09	88,66	86,82	88,46	87,02	4,44	5,05
79-87	3,06	150	0,74	0,28	0,015	0,042	1,725	92,10	92,07	88,49	86,77	88,60	86,57	88,45	86,72	3,65	5,35
87-88	7,86	200	0,8	0,33	0,012	0,066	1,38	92,07	90,80	86,77	85,39	86,90	85,12	86,70	85,32	5,37	5,48
89-90	3,51	150	0,77	0,3	0,015	0,045	5,55	92,20	90,40	90,10	84,55	90,20	84,65	90,05	84,50	2,15	5,90
88-90	13,88	200	0,91	0,49	0,008	0,098	2,28	90,40	90,80	84,36	82,08	84,46	81,78	84,26	81,98	6,14	8,82
90-91	14,24	200	0,92	0,5	0,008	0,1	2,48	90,40	90,00	88,35	85,87	88,45	85,97	88,25	85,77	2,15	4,23
91-92	14,63	200	0,93	0,5	0,008	0,1	1,88	90,00	89,00	85,87	83,99	85,97	83,69	85,77	83,89	4,23	5,11
42-92	7,26	200	0,92	0,3	0,015	0,06	1,575	90,30	89,00	87,01	85,44	87,15	85,18	86,95	85,38	3,35	3,63

Окончание приложения Б

№ участк а	Расчетны й расход на участке, , л/с q_s	Диаметр , d, мм	Скорость , h/d	i	Высота водного слоя, , $h_{в.с}$ мм	Падени е линии, Δh , м	Проектные отметки								Глубина заложения		
							земли		воды		шелыги		лотка				
							В начал е	В конце	В начал е	В конце	В начал е	В конце	В начал е	В конце	В начал е	В конц е	
92-94	26,02	300	0,94	0,42	0,006	0,126	1,08	89,00	89,20	83,99	82,91	84,16	82,48	83,86	82,78	5,14	6,42
93-94	2,77	150	0,71	0,26	0,015	0,039	2,1	89,50	89,20	87,39	85,29	87,50	85,40	87,35	85,25	2,15	3,95
94- КНС	30,10	300	0,95	0,46	0,005 5	0,138	0,275	89,20	88,55	85,29	85,02	85,45	84,58	85,15	84,88	4,05	3,67

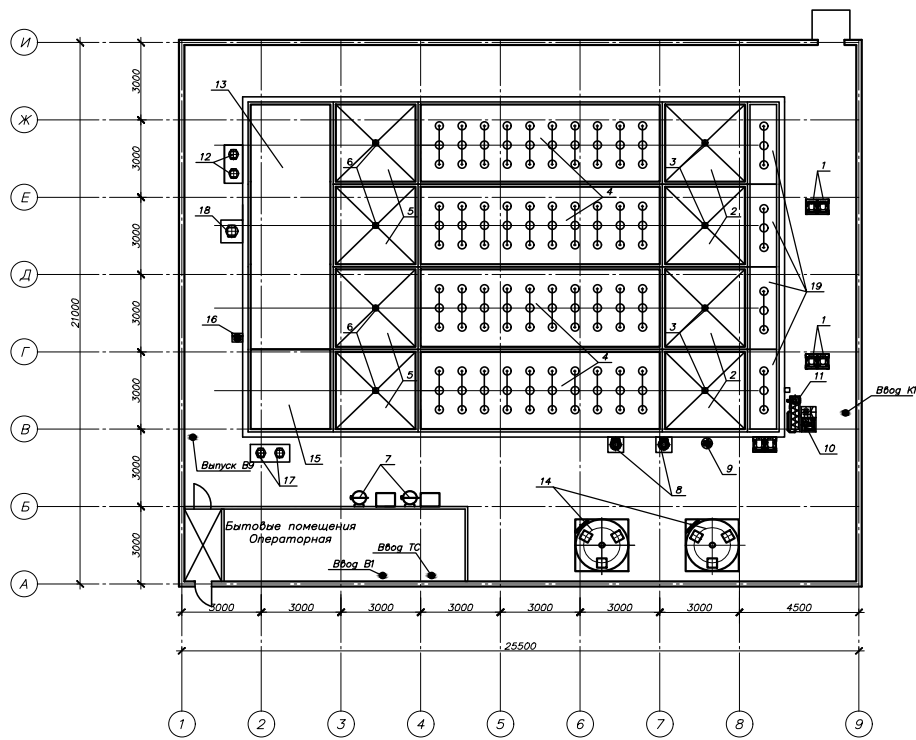
M2 1:5000
M8 1:100



Отметка лотка трубы, м	91,6										87,85										86,65										86,15										83,49										89,25										84,24										89,80										88,65										88,07										87,57										86,09										84,29										84,26										81,98										88,25										85,77										83,89										83,86										82,78										82,50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Прямые отрезки лотка, м	93,75										92,5										91,85										91,8										91,4										91,95										91,40										91,00										91,00										90,8										90,4										90,00										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,00										89,20										88,55										89,									

ВКР - 08.03.01.00 - 2016					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Имя	Фамилия	Пол	Дата	Страна	Листов
Росакин	Богдан А.Д.				2
Удальцов	Конев А.С.				6
Канализация поселка, расположенного в Емельяновском районе Красноярского края					
Продольный профиль главного коллектора К1 от 65 до ПМС				Кафедра ИСЭИС	
Ува. доц.	Савель Г.В.				

План размещения основного оборудования
на отметке 0.000



Экспликация сооружений

Номер объекта	Наименование	Примечания
1	Контейнер для мусора и песка	
2	Вертикальный первичный отстойник (4 шт, а=3м, h=2,7 м)	
3	Насос серого осадка	
4	Аэротанк-нитрификатор секционный (4 сек, L=9м, h=2,7)	
5	Вертикальный вторичный отстойник а=3м, h=3,5м	
6	Насос избыточного давления	
7	УДВ-7А300Н-10-150	
8	Компрессор	
9	Установка приготовления и дозирования флокулянта	
10	Барabanная сушитель осадка с мешкобой сушилкой	
11	Контейнер для осадка	
12	Насосы отвода очищенной и обеззараженной воды	
13	Емкость промывной воды	
14	Фильтры доочистки (D=3м)	
15	Накопительная емкость	
16	Насос промывки барабанного сушителя	
17	Насос подачи воды на фильтры	
18	Насос подачи промывной воды на фильтры	
19	Накопитель осадка	

ВКР - 08.03.01.00 - 2016			
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Мин. Акт	И. доцент	Павл.	Дата
Колосов А.А.			
Колосов А.А.			
Квалификация пасека, расположенного в Емельяновском районе Красноярского края			
План размещения основного оборудования на отметке 0.000			
Зав. кафедрой	Секретарь	Г.А.	
		Страница	Лист
		6	6
		Кафедра ИСЭИС	

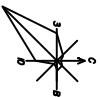
СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK



Экспликация сооружений

Наименование	Наименование
1	Блок механической вытяжки
2	Резервуар-улавливатель (52,10 л)
3	Решетки типа Р (Дювер-18 мм)
4	Поворотные переключатели
5	Компьютер для мусора и мяса
6	Прогнозатор
7	Блок вакуумной вытяжки
8	Блок вакуума
9	Носовое устройство
10	Носовое устройство
11	Носовое устройство
12	Носовое устройство
13	Носовое устройство
14	Носовое устройство
15	Носовое устройство
16	Носовое устройство
17	Носовое устройство
18	Носовое устройство
19	Носовое устройство
20	Носовое устройство
21	Носовое устройство
22	Носовое устройство
23	Носовое устройство
24	Носовое устройство
25	Носовое устройство
26	Носовое устройство
27	Носовое устройство
28	Носовое устройство

M 1:5000



СОЗДАНО УЧЕБНОМ ВЕРСИИ ПОЛЮКТА AUTODESK

СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

\$K\$

\$K\$\$K\$\$K\$